

CAPITULO 1

PREDIMENSIONAMIENTO



1.00 PREDIMENSIONAMIENTO

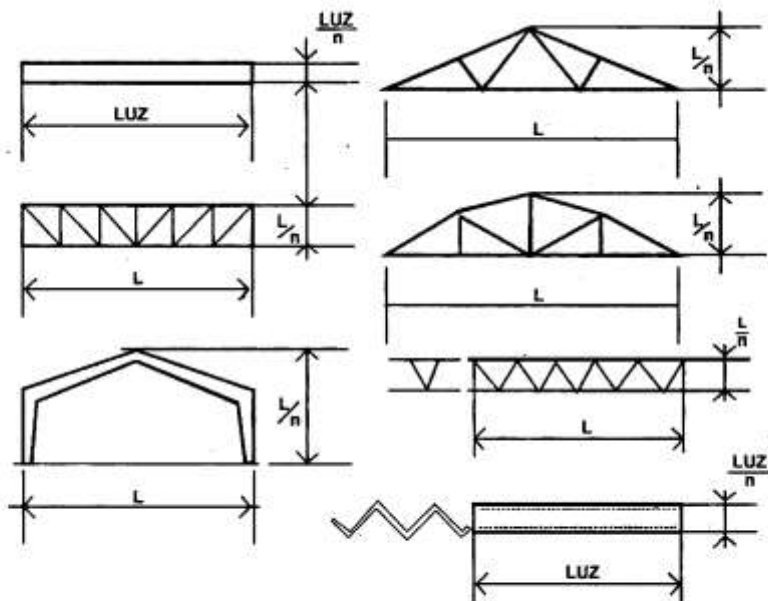
Tabla 1.1

Rangos aproximados que cubren sistemas estructurales

Sistema o elemento estructural	n°	Luz en metros	
		Mínima	Máxima
DE MADERA:			
Entablado	25-35	1.20	4.80
Viguetería y vigas macizas	18-20	1.80	7.20
Vigas laminadas encoladas	18-20	3.00	24.00
Vigas cajón clavadas o empernadas	18-20	4.50	29.00
Tijerales con cuerda superior inclinada	5-7	6.00	20.00
Tijerales de cuerdas paralelas, ligeros	18-20	9.00	30.00
Tijerales de cuerdas paralelas, pesados	10-15	12.00	34.00
Tijerales de cuerda superior curva	7-10	18.00	46.00
Pórticos formados con tablas cortas clavadas	4-6	6.00	30.00
Pórticos laminados encolados	4-6	11.00	43.00
DE ACERO			
Plancha delgada doblada	30-50	1.50	7.60
Viga W laminada en caliente	18-28	3.00	21.00
Viga W soldada	15-20	7.60	24.40
Vigueta con alma de celosía	18-22	3.00	36.50
Tijeral con cuerda superior inclinada	4-5	9.00	—
Tijeral de cuerda superior curva	6-10	18.00	36.00
Tijeral con cuerdas paralelas, espacial	4-15	23.00	—
Arco de celosía o rígido	3-5	18.00	—
Cúpulas	3-5	15.00	—
Cables	5-11	21.00	—
Sistemas planos tridimensionales			
Apoyados sobre columnas	12-20	9.00	24.00
Apoyados sobre vigas o muros	12-20	9.00	40.00
DE CONCRETO ARMADO			
Losas Vaceadas in situ:			
Simplemente apoyadas	25	1.50	6.00
Un extremo continuo	30	1.50	6.00
Ambos extremos continuos	35	1.50	6.00
En voladizo	12	1.00	3.00
Vigas vaceadas in situ:			
Simplemente apoyadas	20	4.50	21.00
Un extremo continuo	23	4.50	21.00
Ambos extremos continuos	26	4.50	21.00
En voladizo	10	1.50	4.50
Losas nervadas vaceadas in situ	20-25	6.00	18.00
Losas quebradas vaceadas in situ	8-15	12.00	45.00
Losas con sección ondulada	8-15	15.00	40.00
Vigas T premoldeadas	20-28	12.00	36.00

Sistema o elemento estructural	n*	Luz en metros	
		Mínima	Máxima
Losas macizas sobre columnas			
Sin capitel	30-40	4.50	7.60
Con Capitel	30-40	6.00	12.00
Con vigas entre columnas	30-40	6.70	12.00
Losa nervada con vigas entre columnas	23-35	7.60	20.00
Cúpulas	4-8	9.00	90.00

- * El peralte o altura del elemento expresado en función de la luz:
Peralte o altura = luz/n. Se da el valor de "n"
- * Cuando se usa el máximo valor de "n", deben tenerse en cuenta otras consideraciones adicionales establecidas por los reglamentos respectivos, como por ejemplo el cálculo de deflexiones.



CAPITULO 2

CARGAS



2.00 CARGAS

Tabla 2.1

Cargas vivas mínimas repartidas (Según normas E-010 ININVI)

Tabla 2.2

Cargas permanentes en edificaciones

Tabla 2.3

Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de tabiquería

Tabla 2.4

Factores de Forma (C)*

Tabla 2.5

Pesos unitarios (Normas Peruanas de Estructuras)

Tabla 2.6

Pesos Unitarios - Otros

Tabla 2.1

CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS (SEGÚN NORMAS E-010 ININVI)

Ocupación o uso	Kg/m ²
Almacenaje (Ver *)	500
Baños	Igual a la carga del resto del área
Bibliotecas (Ver *)	
Salas de Lectura	300
Salas de Almacenaje	750
Corredores y escaleras	400
Centros de Educación	
Aulas	300
Talleres (Ver*)	350
Auditorios, Gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de Asamblea
Laboratorios	300
Corredores y Escaleras	400
Garajes	
Para parqueo exclusivo de automóviles con altura menor de 2.40 m.	250
Para otros vehículos	De acuerdo a requisitos de Puentes, carreteras
Hospitales	
Salas de operación, Laboratorios y áreas de servicios	300
Cuartos	200
Corredores y Escaleras	400
Hoteles	
Cuartos	200
Salas Públicas	De acuerdo a lugares de Asamblea
Almacenaje y servicios	500
Corredores y Escaleras	400
Industria (Ver*)	
Instituciones Penales	
Zonas de habitación	200
Zonas Públicas	De acuerdo a lugares de Asamblea
Corredores y Escaleras	400

Ocupación o uso	Kg/m2
Lugares de Asamblea	
Con asiento fijos	300
Con asientos móviles	400
Salones de baile Restaurantes Museos y Gimnasios	400
Graderías y Tribunas	500
Corredores y Escaleras	500
Oficinas	
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de Archivo	500
Salas de Computación	350
Corredores y Escaleras	400
Teatros	
Vestidores	200
Cuartos de Proyección	500
Escenario	750
Zonas Públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas (Ver*)	
Corredores y Escaleras	500
Viviendas	500
Corredores y Escaleras	200
Aceras y Pistas que no apoyan sobre el suelo	200
Cuando están sujetas a cargas de ruedas de camiones De acuerdo a Pistas y carreteras	
Barandas y Parapetas	
Alrededor de escaleras, balcones y techos con exclusión de las ubicadas en teatros, lugares de asamblea y viviendas. Fuerzas aplicadas en la parte superior.	
Horizontal y Vertical	60
En teatros y lugares de asamblea	
Horizontal	75
Vertical	150
En viviendas	
Horizontal y Vertical	30
La fuerza total horizontal y la fuerza total vertical será para Todos los casos como mínimo 100 Kg. Cada una	
En zonas de estacionamiento se diseñará para carga horizontal De 500 Kg/m aplicadas a 0.60m del piso pero no menor a 1.500 Kg. Por automóvil.	
Columnas en Zonas de estacionamiento	
Carga lateral a 0.60 m del piso y de 1.500 Kg	
En Techos y Marquesinas	
Techos con una inclinación de hasta 3° con relación a la Horizontal	100
Techos con una inclinación mayor se reduce de 100 Kg/m2 5 Kg/m2 por cada grado de pendiente hasta llegar a un mínimo de	50
En techos curvos	50

En techos con coberturas livianas	30
En techos con jardines, el área con jardín	100

(* : ACI PERU, CONFORMIDAD) : Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre un área rectangular representativa de 15 m² que no tenga ningún lado menor a 2.50 m

TABLA 2.2
CARGAS PERMANENTES EN EDIFICACIONES

Partes de la obra	kg/m ²
Pisos	
De Parquet	30
De madera machihembrada 34"	20
De mosaico con mortero adicional	100
De granito	90
De mayólica con mortero adicional	60
De mármol y mortero adicional	100
Enchapados	
De piedra arenisca o lajas para fachadas	85
De mármol	100
Coberturas	
Cartón bituminoso	
En tres capas sin gravilla	13
En tres capas con gravilla	35
Cielo raso de yeso con carrizo	25
Chapa de metal 0.8 mm sobre entablado	30
Teja plana sobrepuesta y desplazada media teja	100
Chapa de metal 0.4 mm sobre correas	15
Cubierta de lona sin armazón	3
Vidrio de 5 mm sobre travesaños de acero	25
Igual, con vidrio de 6 mm	30
Igual, con vidrio armado de 5mm	30
Planchas de asbesto-cemento	
Corrugado de 4 mm	9
Corrugado de 5 mm	13
Canalón plegado de 5 mm	17
Teja cóncava con asiento de mortero sobre cabios cada 0.335 m	80
Teja cóncava de encaje con cabios a 0.335m	70
Teja plana sellada con mortero con cabios a 0.275 m	80
Teja Plana o cola de castor con cabios de 0.275 m	70
Teja serrana de 105 kg/m ² asentada sobre torta de barro de 0.02 m mas paja o ichu	160
Torta de barro de 2.5 cm sobre entablado simple de 34"	67
Torta de barro más paja	55
Placa de concreto por cm de espesor	25

TABLA 2.3
CARGAS MÍNIMAS REPARTIDAS EQUIVALENTES A LA DE
TABIQUERÍA

Peso del Tabique (kg/m)	Carga Equivalente (kg/m ²) a ser añadida a la carga muerta
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

CARGA DE VIENTO

$$P_h = 0.005 C V_h^2$$

Donde:

P_h = Es la presión o succión del viento a una altura h en Kg/m²

V_h = Velocidad de diseño en la altura h , en km/h

C = Factor de forma adimensional

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

V = Velocidad de diseño hasta 10 m de altura, en km/h. Es la velocidad máxima del viento en la zona, pero no menos de 75 km/h.

h = Altura sobre el terreno en metros

TABLA 2.4.
FACTORES DE FORMA (C)*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
	+0.8	- 0.6
- Superficies verticales de edificios		
- Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido de viento.	+ 1.5	
- Tanques de agua chimeneas y otros de sección circular o elíptica.	+ 0.7	
- Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	+ 2.0	
- Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	± 0.8	- 0.5
- Superficies inclinadas a 15° o menos	+ 0.3	- 0.6
	- 0.7	
- Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+ 0.7	- 0.6
	- 0.3	
- Superficies inclinadas entre 60° y la vertical.	+ 0.8	- 0.6

* El signo positivo indica presión y el negativo succión

TABLA 2.5
PESOS UNITARIOS (NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS)

MATERIALES	PESO(KG/M ³)
1. Aislamientos de	
Fibra de vidrio	300
Corcho	200
Poliuretano poliestireno	200
Fibrocemento	600
2. Albañilería de	
Adobe	1600
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350
3. Concreto simple de	
Grava	2300
Cascote de ladrillo	1800
Pómez	1600
4. Concreto Armado	: Añadir 100 kg/m ³ al peso del concreto simple
5. Enlucido o Revoque de	
Mortero de cemento	2000
Mortero de cal y cemento	1850
Mortero de cal	1700
Yeso	1000

6. Líquidos	
Agua	1000
Agua de mar	1030
Alcohol	800
Aceites	930
Acido Muriático	1200
Acido Nítrico	1500
Acido Sulfúrico	1800
Soda Cáustica	1700
Petróleo	870
Gasolina	670
7. Maderas	
Coníferas secas	550
Coníferas húmedas	750
Duras secas	700
Duras húmedas	1000
8. Mampostería de	
Caliza	2400
Granito	2600
Mármol	2700
Pómez	1200
Bloques de vidrio	1000
9. Materiales almacenados	
Cemento	1450
Coke	1200
Carbón de Piedra	1550
Briquetas de carbón de piedra	1750
Lignito	1250
Turba	600
Hielo	920
Basuras domésticas	660
Trigo, frijoles, pallares, arroz	750
Papas	700
Frutas	650
Harinas	700
Azúcar	750
Sal	1000
Pastos secos	400
Papel	1000
Leña	600
10. Materiales amontonados	
Tierra	1600
Grava y arenas secas	1600
Coke	520
Escorias de carbón	1000
Escorias de altos hornos	1500
Piedra Pómez	700
11. Metales	
Acero	7850

Hierro dulce	7800
Fundición	7250
Aluminio	2750
Plomo	11400
Cobre	8900
Bronce	8500
Zinc	6900
Estaño	7400
Latón	8500
Mercurio	13600
Níquel	9000
12. Otros	
Acrílicos	1200
Vidrios	2500
Concreto asfáltico	2400
Losetas	2400
Teja artesanal	1600
Teja industrial	1800
Cartón bituminado	600
Ladrillo pastelero	1600
Asbesto - cemento	2500

Tabla 2.6
PESOS UNITARIOS - OTROS

MATERIAL	Kg/m³
1.0 Materiales almacenados	
Alfalfa prensada	170
Estanterías, armarios llenos de archivos, librerías	600
Cueros y pieles	900
Cal en sacos	1000
Mineral de hierro	3000
Porcelana y losa almacenada	1100
Lana y algodón prensado	1300
Clinker de cemento	1500
Malta verde	400
Carburo	900
2.0 Materiales de construcción	
Albañilería de cal y arena	1800
Albañilería de ladrillo prensado	2200
Albañilería de ladrillo refractario	1900
Albañilería de ladrillo calcáreo	1600
Asfalto	1300
Hormigón asfáltico	2000

CAPITULO 3

DISEÑO SISMO RESISTENTE



3.00 DISEÑO SISMO RESISTENTE

Tabla 3.1

Factores de zona

Tabla 3.2

Parámetros de Suelo

Tabla 3.3

Categoría de las Edificaciones

Tabla 3.4

Irregularidades Estructurales en Altura

Tabla 3.5

Irregularidades Estructurales en Planta

Tabla 3.6

Sistema Estructurales

Tabla 3.7

Categoría y Estructura de las Edificaciones

Tabla 3.8

Límites para Desplazamiento lateral

Tabla 3.9

Valores de C_1

3.1. OBJETIVOS DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE

- Resistir sismos leves sin daños
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes evitando el colapso de la edificación.

3.2. PARÁMETROS DE SITIO

3.2.1. ZONIFICACION

Tabla 3.1.
Factores de zona

ZONA	FACTOR DE ZONA – $Z(g)$
3	0.4
2	0.3
1	0.15

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la tabla 3.1
Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 10 años.

3.2.2 CONDICIONES GEOTECNICAS

Tabla 3.2 Parámetros de Suelo			
Tipo	Descripción	Tp (s)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	(*)	(*)

S1 = Roca, grava densa, grava arenosa, suelos muy rígidos de material cohesivo, con estrato de no más de 20 m de espesor

S2 = Suelos intermedios

S3 = Suelos flexibles o con estratos de gran espesor

S4 = Suelos excepcionalmente flexibles, condiciones geológicas y/o topográficas desfavorables

3.2.3 FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define por la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * (T_p/T)^{1.25} \quad C \leq 2.5$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración en el suelo.

Donde:

T = Periodo fundamental de la estructura

Tp = Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

3.2.4 PERIODO FUNDAMENTAL (T)

a) El periodo fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = h_a / C_1$$

Donde:

h_a = Altura total de la edificación en metros

C₁ = 35 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

C₁ = 45 para edificios de concreto armado cuyos elementos sismoresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

C₁ = 60 para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismoresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

b) También podrá usarse un procedimiento de análisis dinámico que considere las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Como una forma sencilla de este procedimiento puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i D_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i D_i}}$$

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el periodo fundamental deberá tomarse como el 0.85 del valor obtenido por este método.

3.3 REQUISITOS GENERALES

3.3.1 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 3.3 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
CATE - GORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edifica- ciones Esencia- les	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicación, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua, Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B Edifica- ciones Impor- tantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edifica- ciones comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1.0
D Edifica- ciones menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50 m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares	(*)

(*) En estas edificaciones a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

3.3.2 CONFIGURACION ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica

Estructuras Regulares. Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas laterales.

Estructuras irregulares. Aquellas que presentan una o más de las características indicadas en las tablas 3.4 ó 3.5

Tabla 3.4 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA
Irregularidades de Rigidez – Piso blando En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85% de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90% del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos.
Irregularidad de Masa Se considera que existe irregularidad de masa cuando la masa de un piso es mayor que 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas.
Irregularidad Geométrica Vertical La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

Tabla 3.5 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA
<p>Irregularidad Torsional Se considera solo en edificios con diafragmas rígidos En cada una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo de los centros de masas.</p>
<p>Esquinas Entrantes La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>
<p>Discontinuidad del Diafragma Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.</p>

3.3.3 SISTEMAS ESTRUCTURALES

Tabla 3.6 SISTEMAS ESTRUCTURALES		
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R para estructuras regulares (*) (**) (***)	Límite de Altura
<p>Pórticos de Acero. Con nudos rígidos y/o sistemas de arriostramiento. Pórticos de concreto armado. Sistema en el que las cargas verticales y horizontales son resistidas únicamente por pórticos de concreto armado. Sistema dual. Sistema en el cual las fuerzas horizontales son resistidas por una combinación de pórticos y muros de concreto armado en adición a la caja de ascensores o escaleras. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos el 25% de la fuerza cortante en la base.</p>	10	—
<p>Muros de Concreto Armado Sistema en el que la resistencia sísmica está dada fundamentalmente por muros de concreto armado.</p>	7.5	—
<p>Albañilería Armada o Confinada Sistema en el cual los muros de albañilería resisten cargas verticales y horizontales. El sistema puede incluir algunos elementos de concreto armado para resistir estas cargas.</p>	6	15 m

Construcciones de Madera	7	8 m
--------------------------	---	-----

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de energía manteniendo la estabilidad de la estructura.

(**) Para estructuras irregulares, los valores de R deberán ser tomados como los $\frac{1}{4}$ de los anotados en la tabla.

Para construcciones de tierra referirse a la Norma Técnica de Edificaciones E080. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permite en suelos S4.

3.3.4. CATEGORÍA SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 3.7 CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES			
Categoría de la Edificación	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (*) (**)	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual.
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera.
B	Regular o Irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera.
		1	Cualquier sistema.
C	Regular o Irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para lograr los objetivos indicados en la tabla 3.3, la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá utilizar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

3.3.5 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos referidos en el acápite 3.4.3

Solo las estructuras clasificadas como regulares y de no más de 45 m de altura podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del acápite 3.4.2

3.3.6 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

DESPLAZAMIENTOS LATERALES PERMISIBLES

Tabla 3.8 LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero (*)	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

* Estos límites no son aplicables a naves industriales

JUNTA DE SEPARACIÓN SISMICA

"s" : Distancia mínima de separación entre estructuras vecinas; no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0.004(h-500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm}$$

h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

3.4 ANÁLISIS DE EDIFICIOS

3.4.1 PESO DE LA EDIFICACIÓN

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.

3.4.2 ANÁLISIS ESTATICO

FUERZA CORTANTE EN LA BASE

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

Debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$C/R \geq 0.1$$

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA SISMICA EN ALTURA

Si el periodo fundamental T, es mayor que 0.7 segundos, una parte de la fuerza cortante V, denominada Fa, deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza Fa se determinará mediante la expresión:

$$Fa = 0.07TV \leq 0.15V$$

Donde el periodo T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir $V - Fa$ se distribuirá en los siguientes niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i h_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j}$$

EFFECTO DE TORSION

$$M_{i,1} = \pm F_i e$$

$M_{i,1}$ = Momento accidental en cada vértice

e = Excentricidad accidental en cada nivel.

FUERZAS VERTICALES SISMICAS

Se considerará:

Zonas 3 y 2, se considerará 0.3 P

Zona 1, no se considera.

3.4.3 ANÁLISIS DINAMICO

ACELERACION ESPECTRAL

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleración definido por:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} g$$

R

CRITERIOS DE SUPERPOSICION

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la siguiente expresión:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^n |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

FUERZA CORTANTE MINIMA EN LA BASE

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el acápite 3.4.2 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

3.5 CIMENTACIONES

CAPACIDAD PORTANTE

En todo estudio de Mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación.

MOMENTO DE VOLTEO

Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo. El factor de seguridad deberá ser mayor o igual que 1.5.

ZAPATAS AISLADAS

Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S3 y S4 y para las zonas 3 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

3.6 ELEMENTO NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO

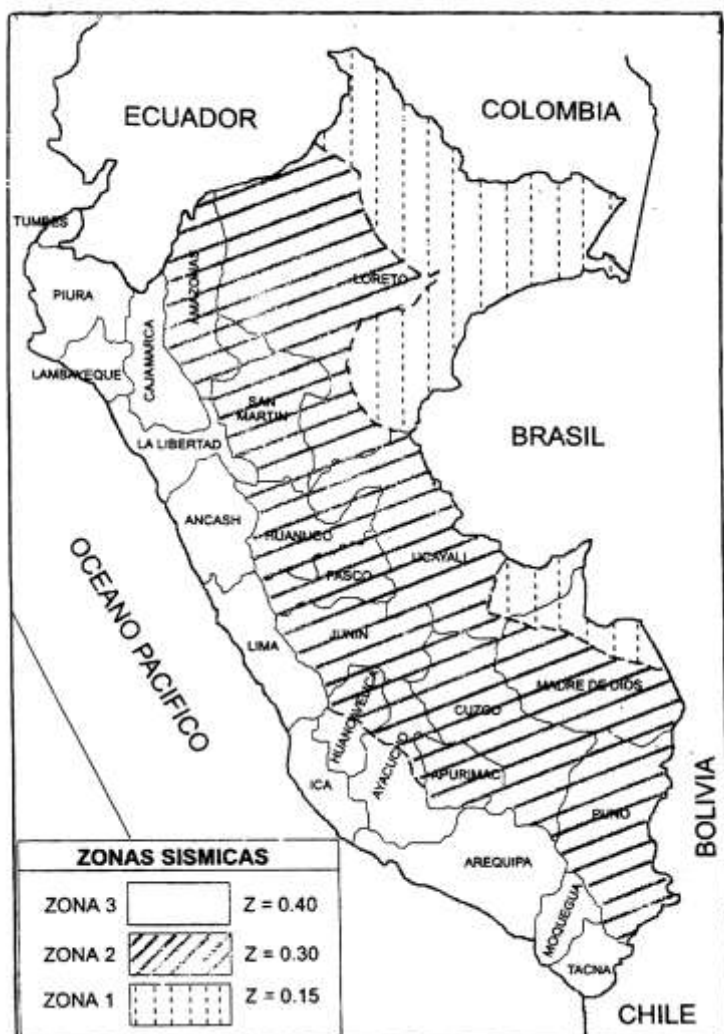
Son aquellos elementos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.

En el caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, estos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P) tal como se indica a continuación:

$$V = ZUC_i P$$

Los valores de U corresponden a los indicados en el acápite 3.3.

Tabla 3.9 VALORES DE C_i	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano. - Elementos cuya falla entraña peligro para personas u otras estructuras.	2.0
- Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano).	0.75
- Cercos.	0.50
- Tanques, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0.75
- Pisos y techos que actúan como diafragmas con la dirección de la fuerza en su plano.	0.50



CAPITULO 4

ANÁLISIS DE VIGAS Y LOSAS



4.00 ANÁLISIS DE VIGAS Y LOSAS

TABLA 4.1

MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES APROXIMADOS PARA VIGAS Y LOSAS CONTINUAS (NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS)

TABLA 4.2

VIGAS DE UN SOLO TRAMO

Tabla 4.1 MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES APROXIMADOS PARA VIGAS Y LOSAS CONTINUAS (NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS)	
Momento positivo para tramos extremos	
- El extremo discontinuo no esta empotrado:	$wu l_n^2 / 11$
- El extremo discontinuo es monolítico con el apoyo	$wu l_n^2 / 14$
Momento positivo para tramos interiores:	$wu l_n^2 / 16$
Momento Negativo en la cara exterior del primer apoyo interior	
- Dos tramos	$wu l_n^2 / 9$
- Mas de dos tramos	$wu l_n^2 / 10$
Momento negativo en las demás caras de los apoyos interiores	$wu l_n^2 / 11$
Momento negativo en la cara de todos los apoyos para:	
- Losas con luces que no excedan de 3 m y vigas en que la relación entre la suma de rigideces de la columna y la rigidez de la viga sea mas de 8 en cada extremo del tramo:	$wu l_n^2 / 12$
Momento negativo en la cara interior de los apoyos exteriores para elementos Construidos monolíticamente con sus apoyos:	
- Cuando el apoyo es una viga	$wu l_n^2 / 24$
- Cuando el apoyo es una columna	$wu l_n^2 / 16$
Fuerza cortante en la cara exterior del primer apoyo interior:	$1.15wu l_n/2$
Fuerza cortante en la cara de todos los demás apoyos	$wu l_n/2$

wu = Carga repartida de servicio

l_n = Luz libre para el cálculo de los momentos positivos y fuerzas cortantes, y el promedio de las luces libres de los tramos adyacentes para el cálculo de los momentos negativos.

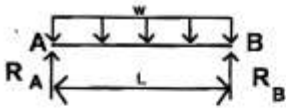
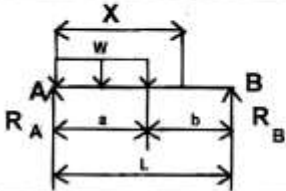
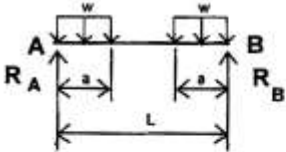
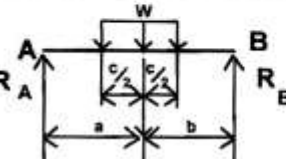
Se supone:

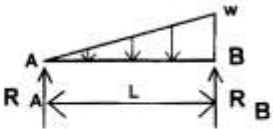
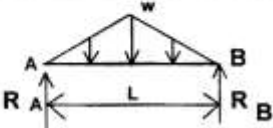
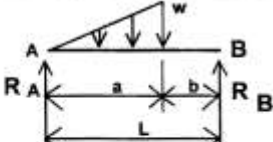
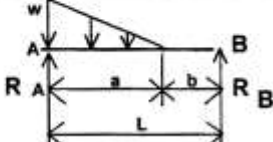
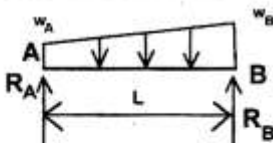
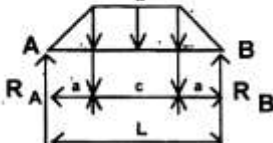
- Existen dos o más tramos
- Los tramos son aproximadamente iguales, sin que la mayor de las luces adyacentes exceda en más de 20% a la menor.
- Las cargas están uniformemente distribuidas.
- La carga viva no excede en tres veces la carga muerta.
- Los elementos son prismáticos.

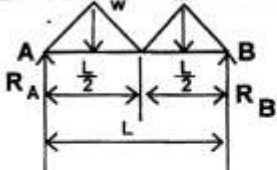
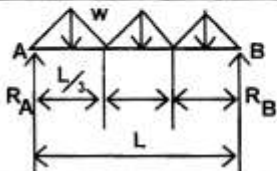
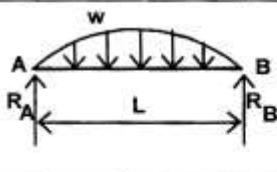
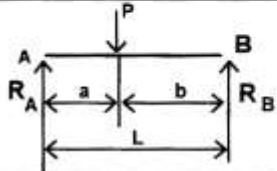
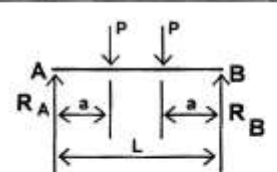
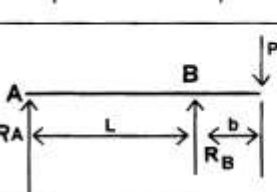
Notación usada en las tablas:

R_A y R_B son las reacciones en los apoyos

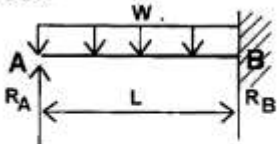
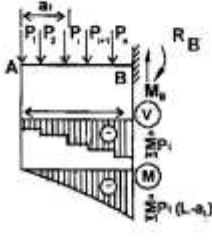
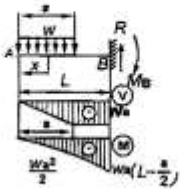
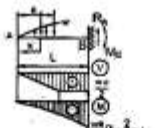
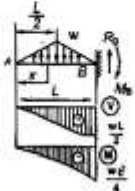
V_A y V_B son las fuerzas de corte en los puntos A y B
 x_1 distancia al punto A en donde el cortante es igual a cero.
 M_{A-B} es el momento máximo en el tramo A-B.
 f es la deflexión máxima en el tramo o en el punto que indique el subíndice.
 L es la luz del tramo
 $a, b, y c$ son longitudes
 V_x Cortante en un punto
 M_x Momento en punto
 \uparrow indica un apoyo simple.
 $///$ Indica un empotramiento

TABLA 4.2 VIGAS DE UN SOLO TRAMO	
	$R_A = wL/2 = V_A; \quad R_B = wL/2 = -V_B$ $V_x = w(L-2x)/2$ $M_{A-B} = wL^2/8$ $M_x = wx(L-x)/2$ $f = 5wL^4 / 384EI$
	$R_A = w a (a+2b) / 2L; \quad R_B = w a^2 / 2L$ $V_A = R_A; \quad V_B = -R_B$ $x_1 = R_A / w$ $M_{A-B} = R_A^2 / 2w$ $M_x = w a^2 (1-x/L)/2$ $f = w a^3 b (0.25a + b) / 6LEI$
	$R_A = R_B = w a$ $V_A = -V_B = R_A$ $M = w a^2 / 2$ $f = w a^2 (3L^2 - 2L^2) / 48EI$
	$R_A = wbc / L; \quad R_B = wac / L$ $V_A = R_A; \quad V_B = -R_B; \quad x_1 = a + c(L-a) / 2L$ $M_{A-B} = wabc (2L - c) / 2L^2$ $f = wc (Lc^3 - 16abc^2 + 128 a^2 b^2) / 384LEI$

	$R_A = wL/6 = V_A; \quad R_B = wL/3 = -V_B$ $M_{A-B} = 0.06415 wL^3; \quad x_1 = 0.577 L$ $f = 0.00652 wL^4 / EI$
	$R_A = R_B = wL/4$ $V_A = V_B = wL/4$ $M_{A-B} = wL^3/12$ $f = wL^4/120EI$
	$R_A = wa(a+3b)/6L = V_A$ $R_B = wb^2/3L = -V_B$ $M_{A-B} = wa^2(b^3/3)^{0.5}$ $X_1 = a/b; \quad b = [(a+3b)/3L]^{0.5}$ $f = wa^3b(a+5b)/45LEI$ $M_x = wa^2(1-x/L)^3/3$
	$R_A = wa(2a+3b)/6L = V_A$ $R_B = wb^2/6L = -V_B$ $M_{A-B} = wa^2(3b+2b)/18L$ $X_1 = a/b; \quad b = a(a/3L)^{0.5}$ $f = wa^3b(7a+20b)/360LEI$ $M_x = wa^2[x/L - (x-b)^2/a^2]/6$
	$R_A = (w_B + 2w_A)L/6 = V_A$ $R_B = (w_A + 2w_B)L/6 = -V_B$ $X_1 = (\beta - 1)L/(\alpha - 1); \quad \alpha = w_B/w_A$ $\beta = 0.577(1 + \alpha + \alpha^2)^{0.5}$ $M_{A-B} = R_A X_1 - w_A X_1^2/2 - (w_B - w_A) X_1^3/6L$
	$R_A = R_B = w(a+c)/2 = V_A = -V_B$ $M_{A-B} = w(3L^2 - 4a^2)/24$ $f = w(5L^4 - 8a^2L^2 + 3.2a^4)/384EI$

	$R_A = R_B = w L / 4 = V_A = -V_B$ $M_{A-B} = w L^2 / 16$
	$R_A = R_B = w L / 4 = V_A = -V_B$ $M_{A-B} = 0.0648 w L^2$
	$R_A = R_B = V_A = -V_B = w L / 3$ $M_{A-B} = 0.1042 w L^2$ $M_x = R_A x (1 - 2x^2 / L^2 + x^3 / L^3)$ $f = 0.01059 w L^4 / EI$
	$R_A = P b / L = V_A \quad R_B = P a / L = V_B$ $M_{A-B} = P a b / L$ $f = P a^2 b^2 / 3 L E I$
	$R_A = R_B = V_A = -V_B = P$ $M_{A-B} = P a$ $f = P a (3 L^2 - 4 a^2) / 24 E I$
	$R_A = P b / L = V_A \quad R_B = P (b + L) / L$ $V_B = P$ $M_B = -P b$ $f_p = P b^2 (L + b) / 3 E I$ $f = P b L^2 / 15.59 E I$

	$R_A = R_B = V_A = V_B = P c / L$ $V_{A-B} = -P (L-c) / L$ $M_{max} = -M_{min} = P c (L-c) / 2L$ $f_c = -f_d = P a^2 c^2 / 6LEI$
	$R_A = -R_B = (m_a - m_b) / L$ $V_A = V_B = R_A$ $M_A = -m_a$ $M_B = -m_b$ $Mx = -m_a + (m_a - m_b) x / L$
	$R_A = -R_B = -m / L = V_A = V_B$ $M_A = m a / L ; \quad M_B = m b / L$ $f = m a b (b-a) / 3LEI$
	$R_A = wL = V_A$ $V_x = w (L-x)$ $M_A = -wL^2 / 2$ $M_x = -w (L-x)^2 / 2$ $f = wL^4 / 8EI$
	$R_A = wL / 2 = V_A$ $V_x = w (L-x)^2 / 2L$ $M_A = -wL^2 / 6$ $M_x = -w (L-x)^3 / 6L$ $f = wL^4 / 30EI$
	$R_A = wL / 2 = V_A$ $V_x = w (L^2 - x^2) / 2L$ $M_A = -wL^2 / 3$ $M_x = -w (2L^2 + x^2 - 3L^2 x) / 6L$ $f = 11wL^4 / 120EI$

<p>Viga empotrada en un extremo y apoyada en el otro</p> 	$R_A = 0.375 wL = V_A ; R_B = 0.625 wL = -V_B$ $M_{A-B} = wL^2 / 14.2 ; M_B = -wL^2 / 8$ $f = wL^4 / 185EI$
	$R_B = \sum_{i=1}^n P_i = -V_B ; M_B = \sum_{i=1}^n P_i b_i$ <p style="text-align: center;">$b_i = L - a_i$</p> <p>Para $a < x \leq a_j + 1$</p> $V = - \sum_{j=1}^i P_j ; M = - \sum_{j=1}^i P_j (x - a_j)$ <p>Para $Z_0 = L ; M_{max} = - \sum_{j=1}^n P_j b_j$</p>
	$R_B = wa$ $M_B = wa (L - a/2)$ <p>Para $0 \leq x \leq a$</p> $V = -wx$ $M = -wx^2 / 2$ <p>Para $a \leq x \leq L$</p> $V = -wa$ $M = -wa (x - a/2)$ <p>Para $x = L ; M = M_{max}$</p> $M_{max} = -wa (L - a/2)$
	$R_B = wa / 2$ $M_B = wa (L - 2a/3) / 2$ <p>Para $0 \leq x \leq a$</p> $V = -wx^2 / 2a$ $M = -wx^3 / 6a$ <p>Para $a \leq x \leq L$</p> $V = -wa / 2$ $M = -wa (x - 2a/3) / 2$ <p>Para $x = L ; M = M_{max}$</p> $M_{max} = -wa (L - 2a/3) / 2$
	$R_B = wL / 2$ $M_B = wL^2 / 4$ <p>Para $0 \leq x \leq L/2$</p> $V = -wx^2 / 2$ $M = -wx^3 / 3L$ <p>Para $L/2 \leq x \leq L$</p> $V = -wL(1/4 + (x/L - 1/2) - (x/L - 1/2)^2)$ $M = wL^2[(x/L - 1/3) + 2(x/L - 1/2)^2 - 4(x/L - 1/2)^3] / 4$ <p>Para $x = L ; M = M_{max}$</p> $M_{max} = -wL^2 / 4$

	$R_A = wL/10 = V_A, \quad R_B = 0.4wL = -V_B$ $M_{A-B} = 0.0298wL^2$ $M_B = -wL^2/15$ $f = 0.002386 wL^4/EI$
	$R_A = 0.275wL = V_A, \quad R_B = 0.225wL = -V_B$ $M_{A-B} = 0.04236L^2$ $M_B = -0.5835 wL^2$ $f = 0.00305 wL^4/EI$
	$R_A = Pb^2(a+2L)/2L^3 = V_A$ $R_B = P - R_A = -V_B$ $M_{A-B} = Pab^2(a+2L)/2L^3$ $M_B = -Pab(a+L)/2L^2$ $f_p = Pb^3a^2(3L+a)/12L^3EI$
	$R_A = 1.5Pb/L = -V_A$ $R_B = 0.5P(2L+3b)/L; \quad V_B = P$ $M_A = Pb/2$ $M_B = -Pb$ $f_y = Pb^2(3+4b)/6EI$
	$R_A = Pc/L + M_B/L = V_A$ $R_B = Pc/L + M_B/L = V_B$ $M_B = 0.5Pac(L-a)/L^2$ $M_{min} = M_B - R_B a$ $M_{max} = R_A a$
	$R_A = R_B = wL/2 = V_A = -V_B$ $V_x = w(L-2x)/2$ $M_A = M_B = -wL^2/12$ $M_{A-B} = wL^2/24$ $M_x = w(L^2 - 6Lx + 6x^2)/12$ $f = wL^4/384EI$

	$R_A = wa(b + L) / 2L - (M_A - M_B) / L$ $R_B = wa^2 / 2L + (M_A - M_B) / L$ $M_A = -wa^2(0.5 - 2a/3L + a^2/4L^2)$ $M_B = -wa^2(a/3L - a^2/4L^2)$ $M_{A-B} = M_A + R_A^2/2w$
	$R_A = 0.15wL = V_A$ $R_B = 0.35wL = -V_B$ $V_x = R_A - wx^2/2L$ $M_A = -0.0333wL^2$ $M_B = -0.05wL^2$ $M_{A-B} = 0.0215wL^2$ $M_x = -w(2L^3 - 9L^2x + 10x^3)/60L$ $f = 0.001308wL^4/EI$
	$R_A = R_B = wL/4 = V_A = -V_B$ $V_x = R_A(1 - 4x^2/L^2)$ $M_A = M_B = -0.0521wL^2$ $M_{A-B} = wL^2/32$ $M_x = -w(5L^3 - 24L^2x + 32x^3)/96L$ $f = 0.001823wL^4/EI$
	$R_A = Pb^2(L+2a)/L^2 = V_A$ $R_B = P - R_A = -V_B$ $M_A = -Pa^2b^2/L^2$ $M_B = -Pa^3b/L^3$ $M_{A-B} = 2Pa^2b^2/L^3$ $f_p = Pa^2b^2/3L^2EI$
	$R_A = w(L - c)^2/2b$ $R_B = w[L - (L - c)^2/2b]$ $M_B = -w[c^2 + (b^2 - a^2)c/b]/2$ <p>Para $0 \leq x \leq a$ Para $a \leq x \leq L$</p> $V = -wx$ $V = w \left[\frac{(L - c)^2}{2b} - x \right]$ $M = -wx^2/2$ $M = \frac{1}{2}w \left[x^2 - (L - c)^2 \frac{x - a}{b} \right]$

CAPITULO 5

CONCRETO ARMADO



5.0. CONCRETO ARMADO

Tabla 5.1

ABREVIATURAS

Tabla 5.2

RESISTENCIA REQUERIDA "U" (NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS)

Tabla 5.3

FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA (N.P.E.)

Tabla 5.4

CUANTÍAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS DE SECCIONES DE CONCRETO ARMADO

Tabla 5.5

MÍNIMO ESPESOR DE VIGAS Y LOSAS NO PREESFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN. A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFORMACIONES

Tabla 5.6

DEFLEXIONES MÁXIMAS PERMISIBLES

Tabla 5.7

RESISTENCIA AL CORTE PROPORCIONADO POR EL CONCRETO EN ELEMENTOS NO PREESFORZADOS

Tabla 5.8

REFUERZO POR CORTE

Tabla 5.9

ANCHO MÍNIMO DE VIGA PARA UN NÚMERO DADO DE VARILLAS POR FILA EN CM (ACI-318-99)

Tabla 5.10

ANCHO MÍNIMO DE COLUMNA PARA UN NÚMERO DADO DE VARILLAS POR FILA EN CM (ACI-318-99)

Tabla 5.11

LONGITUD DE DESARROLLO (l_d) EN CM PARA ACERO CORRUGADO DE REFUERZO SOMETIDO A TRACCIÓN, PARA ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$

Tabla 5.12

LONGITUD DE DESARROLLO EN CM PARA ACERO CORRUGADO DE REFUERZO SOMETIDO A COMPRESIÓN, PARA ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$

Tabla 5.13

LONGITUD DE EMPALME (l_e O TRASLAPE EN CM PARA ACERO CORRUGADO EN TRACCIÓN, PARA ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$

Tabla 5.14

LONGITUD DE LOS GANCHOS ESTÁNDAR EN CM, Y DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO (N.P.E.)

Tabla 5.15

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DEL ACERO CORRUGADO DE REFUERZO

Tabla 5.16

REQUISITOS DE ESPACIAMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO (N.P.E.)

Tabla 5.17

OTROS ARTÍCULOS DE INTERÉS DE LAS NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS.

Tabla 5.1 ABREVIATURAS	
a	Altura del bloque equivalente de esfuerzos
b _w	Ancho del alma del elemento
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción, pero no menor de 0.80 h para secciones circulares y elementos preesforzados
h	Altura del elemento
f _c	Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto a los 28 días en Kg/cm ²
f _y	Esfuerzo especificado de fluencia del acero
A _s	Area del refuerzo en tracción
A _{s'}	Area del refuerzo en compresión
M _u	Momento último o momento de diseño
N _u	Carga axial amplificada normal a la sección transversal, actuando simultáneamente con V _u
φ	Factor de reducción de resistencia
ρ	Cuántia del refuerzo en tracción (A _s /b _d)
E _c	Modulo de elasticidad del concreto, 15000 (f _c) ^{0.5} en Kg/cm ² (200.000 kg/cm ²)

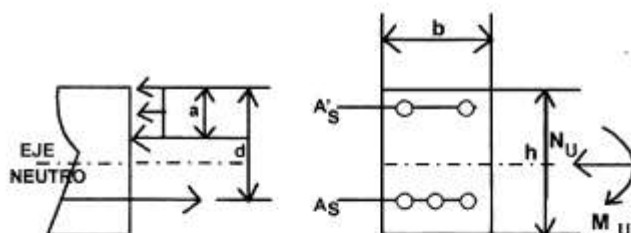


Tabla 5.2 RESISTENCIA REQUERIDA "U" (NORMAS PERUANAS DE ESTRUCTURAS)	
U = 1.5 CM + 1.8 CV	Carga Muerta (CM)
U = 1.25 (CM + CV + CS)	Carga Viva o sobrecarga (CV)
U = 0.9 CM ± 1.25 CS	Carga de Sismo (CS)
Para Cargas de viento se sustituye CS por CVi	Carga de Viento (CVi)
	Empuje lateral del terreno (CE)
En las combinaciones anteriores donde se	Carga de Fluidos (F)
Incluya cargas de viento o sismo, deberá	Cargas debidas a asentamientos
Considerarse el valor total y cero de la carga	diferenciales, fluencia, contracción
Viva (CV) para determinar la más severa de	o cambios de temperatura (CT)
Las condiciones	

Cuando se incluye el efecto del empuje lateral del terreno:
 $U = 1.5 \text{ CM} + 1.8 \text{ CV} + 1.8 \text{ CE}$
 Cuando CM o CV reduzcan el efecto de CE use:
 $U = 0.9 \text{ CM} + 1.8 \text{ CV}$
 Cuando se incluye presión de líquidos
 $U = 1.5 \text{ CM} + 1.8 \text{ CV} + 1.5 \text{ F}$
 Cuando CM o CV reduzcan el efecto de F use:
 $U = 0.9 \text{ CM} + 1.5 \text{ F}$
 Cuando se incluya el efecto de CT
 $U = 1.25 (\text{CM} + \text{CT} + \text{CV})$
 $U = 1.5 (\text{CM} + \text{CT})$

Cuando se incluya el efecto de las cargas de impacto esta se adicionará al de la carga viva en las expresiones correspondientes.

Tabla 5.3
FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA (N.P.E.)

Esfuerzo	Factor
Flexión sin carga axial	0.90
Flexión con carga axial de tracción	0.90
Flexión con carga axial de compresión y para compresión sin flexión:	
a) Elementos con refuerzo en espiral	0.75
b) Otros elementos	0.70
Cortante con o sin torsión	0.85
Aplastamiento en el Concreto	0.70

Tabla 5.4
CUANTÍAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS DE SECCIONES DE CONCRETO ARMADO

Elemento	Cuantía Mínima	Cuantía máxima
Columnas	0.01	0.06
Muros, Refuerzo vertical		
- Barras corrugadas de diámetro menor o igual a 5/8" con una resistencia a la fluencia no menor de 4,200 kg/cm ²	0.0012	
- Otras barras corrugadas	0.0015	
- Malla electrosoldada lisa o corrugada de diámetro mayor a 15 mm	0.0012	
Muros, Refuerzo horizontal		
- Barras corrugadas de diámetro menor o igual a 5/8" con una resistencia a la fluencia no menor de 4,200 kg/cm ²	0.0020	
- Otras barras corrugadas	0.0025	
- Malla electrosoldada lisa o corrugada de diámetro no mayor a 15 mm	0.0020	

Losas			
- Por contracción y temperatura			
Donde se usan barras corrugadas o malla de alambre con intersecciones soldadas $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018		
Cuando se usan barras corrugadas con f_y menor de $4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0020		
Cuando se usan barras corrugadas con f_y mayor de $4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018 $(4,200/f_y)$, pero no menor de 0.0014		
Donde se usan barras lisas	0.0025		
- En cara inferior de losas armadas en dos direcciones (momento positivo) y en la cara superior en voladizos	0.0012 b/h		
- En elementos sujetos a flexión de sección rectangular excepto losas y zapatas	$0.7 \sqrt{f'_c} / f_y$	0.75	$\rho \cdot b$

TABLA 5.5
MÍNIMO ESPESOR DE VIGAS Y LOSAS NO PREESFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN, A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFORMACIONES

Elemento	Soportada Simplemente	Espesor mínimo, h		Voladizo
		Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una Dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8
Estos valores de espesor mínimo son para miembros hechos con concreto de peso normal (2.300 kg/m³) y refuerzo de grado 60.				
Para concreto liviano 1.500 a 2.000 kg/m³ los valores de la tabla deben multiplicarse por (1.65 – 0.0003Wc) pero no menor de 1.09.				
En Losas deben cumplirse adicionalmente los siguientes mínimos				
a) Losas sin vigas ni ábacos		h ≥ 12.5 cm		
b) Losas sin vigas con ábacos		h ≥ 10 cm		
c) Losas con vigas en cuatro bordes con un valor de		h ≥ 9 cm		
α m ≥ 2				
α m = Promedio de los valores α en todo el perímetro del paño				
α = Relación de la rigidez a flexión de la sección de la viga a la rigidez a flexión de un ancho de losa limitado lateralmente por las líneas centrales de los paños adyacentes en cada lado de la viga				

Losas			
- Por contracción y temperatura			
Donde se usan barras corrugadas o malla de alambre con intersecciones soldadas $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018		
Cuando se usan barras corrugadas con f_y menor de $4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0020		
Cuando se usan barras corrugadas con f_y mayor de $4,200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018 $(4,200/f_y)$, pero no menor de 0.0014		
Donde se usan barras lisas	0.0025		
- En cara inferior de losas armadas en dos direcciones (momento positivo) y en la cara superior en voladizos	0.0012 bh		
- En elementos sujetos a flexión de sección rectangular excepto losas y zapatas	$0.7 \sqrt{f'_c} / f_y$	$0.75 \rho b$	

TABLA 5.5
MÍNIMO ESPESOR DE VIGAS Y LOSAS NO PREESFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN, A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFORMACIONES

Elemento	Soportada Simplemente	Espesor mínimo, h		Voladizo
		Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una Dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8
Estos valores de espesor mínimo son para miembros hechos con concreto de peso normal (2.300 kg/m ³) y refuerzo de grado 60.				
Para concreto liviano 1.500 a 2.000 kg/m ³ los valores de la tabla deben multiplicarse por (1.65 - 0.0003W _c) pero no menor de 1.09.				
En Losas deben cumplirse adicionalmente los siguientes mínimos				
a) Losas sin vigas ni ábacos		h ≥ 12.5 cm		
b) Losas sin vigas con ábacos		h ≥ 10 cm		
c) Losas con vigas en cuatro bordes con un valor de		h ≥ 9 cm		
α m ≥ 2				
α m = Promedio de los valores α en todo el perímetro del paño				
α = Relación de la rigidez a flexión de la sección de la viga a la rigidez a flexión de un ancho de losa limitado lateralmente por las líneas centrales de los paños adyacentes en cada lado de la viga				

Tabla 5.6 Deflexiones Máximas Permisibles (N.P.E.)		
Tipo de Elemento	Deflexión considerada	Deflexión Límite
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas	Deflexión instantánea debido a la carga viva	$L/180$ (**)
Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas	Deflexión instantánea debido a la carga viva	$L/360$
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión diferida debida a todas las cargas sostenidas, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) (*)	$L/480$ (***)
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas		$L/240$ (****)

L = Luz de cálculo

(*) Las deflexiones diferidas se pueden reducir según la cantidad de la deflexión que ocurra antes de unir los elementos no estructurales. Esta cantidad se determina basándose en los datos de Ingeniería aceptables con relación a las características tiempo-deformación de elementos similares a los que se están considerando.

(**) Este límite no tiene por objeto constituirse en un resguardo contra el estancamiento de aguas.

(***) Este límite se puede exceder si se toman medidas adecuadas para prevenir daños en elementos apoyados o unidos.

(****) Pero no mayor que la tolerancia establecida para los elementos no estructurales. Este límite se puede exceder si se proporciona una contraflecha de modo que la deflexión total menos la contraflecha no exceda dicho límite.

Tabla 5.7
RESISTENCIA AL CORTE PROPORCIONADO POR EL CONCRETO EN ELEMENTOS NO PRE ESFORZADOS

a) Elemento sometidos solo a corte y flexión	$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} b_w d$
b) Para miembros sujetos adicionalmente a compresión axial	$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} b_w d (1 + 0.0071 N_u / A_g)$
Nu en Kg y Ag en centímetros cuadrados	
Pero V_c no deberá tomarse mayor que:	$V_c = 0.9 \sqrt{f_c} b_w d \sqrt{1 + 0.028 N_u / A_g}$
N_u / A_g en kg/cm^2	

<p>Tabla 5.8 REFUERZO POR CORTE</p>	
<p>Cuando la fuerza cortante V_u exceda de ϕV_c, deberá proporcionarse refuerzo por corte de manera que se cumpla:</p> $V_u \leq \phi V_n, \quad V_n = V_c + V_s$	
<p>a) Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje del elemento:</p> $V_s = A_v f_y d/s$ <p>A_v : Área de refuerzo por cortante dentro de una distancia s proporcionada por la suma de las áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.</p>	
<p>b) Cuando el refuerzo por corte consista en una serie de barras paralelas dobladas o grupos de barras paralelas dobladas a diferentes distancias del apoyo:</p> $V_s = A_v f_y (\text{Sen } \alpha + \text{Cos } \alpha) d/s$	
<p>c) Cuando el refuerzo de corte consista en una barra individual o en un solo grupo de barras paralelas, todas dobladas a la misma distancia del apoyo:</p> $V_s = A_v f_y \text{sen } \alpha$	
<p>La Resistencia al cortante V_s no deberá considerarse mayor que:</p> $2.1 \sqrt{f_c} b_w d$	
<p>Cuando se deba usar refuerzo por corte, el área mínima de corte será:</p> $A_v = 3.5 b_w s / f_y$ <p>Donde b_w y s están en centímetros</p>	
<p>La sección crítica de diseño al corte se ubica a una distancia "d" del apoyo El espaciamiento del refuerzo perpendicular, no debe ser mayor de $0.5 d$ ni de 60 cm, pero si V_s excede a $1.1 \sqrt{f_c} b_w d$, el espaciamiento deberá reducirse a la mitad.</p>	

Tabla 5.9

ANCHO MÍNIMO DE VIGA PARA UN NÚMERO DADO DE VARILLAS POR FILA EN CM (ACI-318-99)

	4	5	6	7	8	9	10	Número de varillas
¼"	15	16	17	17	18	19	19	
3/8"	20	21	22	23	24	25	26	
½"	25	26	27	29	30	31	33	
5/8"	29	31	33	34	36	37	39	
¾"	34	36	38	40	42	44	46	
7/8"	39	41	43	45	48	50	52	
1"	43	46	48	51	54	56	59	

Tabla 5.10
ANCHO MINIMO DE COLUMNA PARA UN NUMERO DADO DE VARILLAS
POR FILA EN CM (ACI-318-99)


	4	5	6	7	8	9	10	Número de varillas
1/4"	16	17	17	18	18	20	21	
3/8"	21	22	23	24	25	27	29	
1/2"	26	27	29	30	31	34	37	
5/8"	31	33	34	36	37	41	45	
3/4"	36	38	40	42	44	48	53	
7/8"	41	43	46	48	50	55	61	
1"	46	49	51	54	57	63	69	

Tabla 5.11
LONGITUD DE DESARROLLO (l_d) EN CM PARA ACERO
CORRUGADO DE REFUERZO SOMETIDO A TRACCION, PARA
ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$

Diámetro en pulgadas	f'_c en kg/cm^2				
	210	245	280	315	350
3/8"	35	35	35	35	35
1/2"	45	45	45	45	45
5/8"	60	60	60	60	60
3/4"	70	70	70	70	70
1"	125	115	110	105	100

$l_d \geq 30 \text{ cm}$, para barras corrugadas en tracción

$l_d \geq 20 \text{ cm}$, para barras corrugadas en compresión

$l_d \geq 20 \text{ cm}$, para mallas electrosoldadas

Tabla 5.12
LONGITUD DE DESARROLLO EN CM PARA ACERO
CORRUGADO DE REFUERZO SOMETIDO A COMPRESION, PARA
ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$

Diámetro en pulgadas	f'_c en kg/cm^2				
	210	245	280	315	350
3/8"	25	25	25	25	25
1/2"	30	30	30	30	30
5/8"	40	35	35	30	30
3/4"	45	45	40	40	35
1"	60	55	55	50	50

Tabla 5.13 LONGITUD DE EMPALME (l_e) O TRASLAPE EN CM PARA ACERO CORRUGADO EN TRACCIÓN, PARA ACERO $F_y = 4,200 \text{ KG/CM}^2$											
F_c	210		245		280		315		350		
TIPO	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	
3/8	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	
1/2	60	80	60	80	60	80	60	80	60	80	
5/8	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	
3/4	90	120	90	120	90	120	90	120	90	100	
1	165	215	150	200	145	190	140	180	130	170	
l_e mínimo = 30 cm.											
Empalme tipo B, $l_e = 1.3 l_d$						% Máximo de As empalmado					
Empalme tipo C, $l_e = 1.7 l_d$						50%		100%			
						Tipo: B		C			

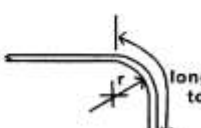
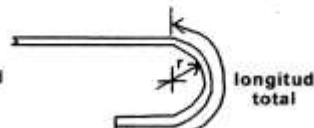
Tabla 5.14 LONGITUD DE LOS GANCHOS ESTÁNDAR EN CM, Y DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO (N.P.E)				
ϕ''	Diámetro de doblado		Doblez a 180°	Doblez a 90°
	Varilla	estribos	Longitud total	Longitud total
3/8	5.7	4	20	20
1/2	7.6	5	25	25
5/8	9.5	6.5	25	30
3/4	11.5	-	30	35
1	20.0	-	40	45
Para malla soldada (corrugada o lisa), el diámetro de doblado mínimo será:				
- Alambre corrugado de diámetro mayor de 6 mm 4 d_b				
- Para el resto 2 d_b				
- A menos de 4 d_b de una intersección soldada 8 d_b				
 				

Tabla 5.15 RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DEL ACERO CORRUGADO DE REFUERZO	
Concreto vacado en obra	Recubrimiento mínimo en cm
a) Concreto vacado contra el suelo o en contacto Con agua de mar	7
b) Concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente	
ø 5/8" o menores	4
ø 3/4" o mayores	5
c) Concreto no expuesto al ambiente (protegido por un revestimiento) ni en contacto con el suelo (vacado con encofrado y/o solado)	
Losas, aligerados	2
Muros, o muros de corte	2
Vigas y columnas (*)	4
Cascarones y láminas plegadas	2

Tabla 5.16. Requisitos de espaciamiento del acero de refuerzo (N.P.E)	
7.6.2	El espaciamiento libre entre barras paralelas de una capa deberá ser mayor o igual a su diámetro, 2.5 cm ó 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso
7.6.3	En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales será mayor o igual a 1.5 cm su diámetro, 4 cm ó 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
7.6.5	En muros y losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión será menor o igual a 3 veces el espesor del muro o de la losa sin exceder de 45 cm.
7.6.6	El refuerzo por contracción y temperatura deberá colocarse a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de la losa sin exceder de 45 cm.
7.11.2.1	Los espirales deben consistir en barras continuas, espaciadas uniformemente con un diámetro mínimo de 3/8". El espacio libre entre espirales será como mínimo 2.5 cm y como máximo 7.5 cm.
7.11.2.2	El espaciamiento máximo entre estribos debe ser 16 diámetros de la barra longitudinal, la menor dimensión del elemento sujeto a compresión o 30 cm.
13.3.3.1	El espaciamiento del refuerzo por corte colocado perpendicularmente al eje del elemento no deberá ser mayor de 0.5 d ni de 60 cm.
17.3.3	Por lo menos 1/3 del refuerzo por momento positivo, perpendicular a un borde discontinuo, deberá prolongarse hasta el borde de la losa y tener una longitud de anclaje de por lo menos 15 cm en las vigas o muros perimetrales.

Tabla 5.17

Otros artículos de interés de la Normas Peruanas de Estructuras.

- | | |
|----------|---|
| 12.4.2 | El ancho mínimo de columnas (sujetas a flexocompresión que resistan fuerzas de sismo) será de 25 cm. |
| 12.6.2 | El refuerzo longitudinal mínimo deberá ser de 4 barras dentro de estribos rectangulares o circulares, 3 barras dentro de estribos triangulares y 6 barras en caso de que se usen espirales. |
| 15.4.1.2 | El espesor mínimo para los muros de corte será de 10 cm. |
| 15.4.1.3 | En el caso de muros de corte coincidentes con muros exteriores de sótano, el espesor mínimo será de 20 cm. |

CAPITULO 6

ACERO ESTRUCTURAL, CABLES



6.00 ACERO ESTRUCTURAL Y CABLES

TABLA 6.1

CANALES

TABLA 6.2

PERFILES DOBLES DE ALA ANGOSTA

TABLA 6.3

PERFILES DOBLES DE ALA ANCHA

TABLA 6.4

ANGULOS

TABLA 6.5

TUBOS ESTANDAR

TABLA 6.6

VALORES APROXIMADOS DE LOS RADIOS DE GIRO PARA SECCIONES

TABLA 6.7

FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA PARA COLUMNAS

TABLA 6.8

TAMAÑO MÍNIMO DE LA SOLDADURA

TABLA 6.9

TAMAÑO EFECTIVO DE LA SOLDADURA

TABLA 6.10

TAMAÑO MÁXIMO DE LA SOLDADURA

TABLA 6.11

CARGAS ADMISIBLES DE CORTE EN UNIONES EMPERNADAS Kips

TABLA 6.12

CARGAS ADMISIBLES DE TRACCIÓN EN UNIONES EMPERNADAS EN Kips

TABLA 6.13

TAMAÑO DE LOS AGUJEROS EN UNIONES EMPERNADAS EN "IN"

TABLA 6.14

ESFUERZOS ADMISIBLES EN ELEMENTOS DE ACERO (AISC-8ª Edition)

TABLA 6.15

ESFUERZO ADMISIBLE F_a DE MIEMBROS EN COMPRESIÓN DE ACERO A-36 EN KIPS POR PULGADA CUADRADA (KS1)

TABLA 6.16

ALAMBRE GALVANIZADO PARA PUENTES RESISTENTES DE FLUENCIA
RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y ELONGACION

TABLA 6.17

ALAMBRE GALVANIZADO PARA PUENTES PESOS MINIMOS DE
RECUBRIMIENTO

TABLA 6.18

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS TORONES PARA PUENTES
RECUBIERTOS DE ZINC (Normas establecidas por la "Wire Rope Technical Board")

TABLA 6.19

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS CABLES RECUBIERTOS DE ZINC
(Normas establecidas por la "Wire Rope Technical Board")

ANGULOS

GEOMETRIA DE LOS PERFILES LAMINADOS (AISC - 8ª EDICION)

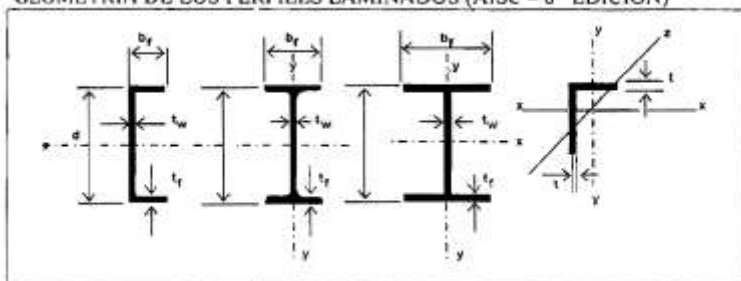


TABLA 6.1
CANALES

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	d/A _f in ⁻¹	S _x in ³	S _y in ³
C15x50	14.7	15	0.716	3.716	0.65	6.21	53.8	3.78
x40	11.8	15	0.520	3.520	0.650	6.56	46.5	3.37
x33.9	9.96	15	0.400	3.400	0.650	6.79	42.0	3.11
C12x30	8.82	12	0.510	3.170	0.501	7.55	27.0	2.06
x25	7.35	12	0.387	3.047	0.501	7.85	24.1	1.88
x20.7	6.09	12	0.282	2.942	0.501	8.13	21.5	1.73
C10x30	8.82	10	0.673	3.033	0.436	7.55	20.7	1.65
x25	7.35	10	0.526	2.886	0.436	7.94	18.2	1.48
x20	5.88	10	0.379	2.739	0.436	8.36	15.8	1.32
x15.3	4.49	10	0.240	2.600	0.436	8.81	13.5	1.16
C9x20	5.88	9	0.448	2.648	0.413	8.22	13.5	1.17
C9x15	4.41	9	0.285	2.485	0.413	8.76	11.3	1.01
x13.4	3.94	9	0.233	2.433	0.413	8.95	10.6	0.962
C8x18.75	5.51	8	0.487	2.527	0.390	8.12	11.0	1.01
x13.75	4.04	8	0.303	2.343	0.390	8.75	9.03	0.854
x11.5	3.38	8	0.220	2.260	0.390	9.08	8.14	0.781
C7x14.75	4.33	7	0.419	2.299	0.366	8.31	7.78	0.779
x12.25	3.60	7	0.314	2.194	0.366	8.71	6.93	0.703
x9.8	2.87	7	0.210	2.090	0.366	9.14	6.08	0.625

C6x13	3.83	6	0.437	2.157	0.343	8.10	5.80	0.642
x10.5	3.09	6	0.314	2.034	0.343	8.59	5.06	0.564
x 8.2	2.40	6	0.200	1.920	0.343	9.10	4.38	0.492
C5x 9	2.64	5	0.325	1.885	0.320	8.29	3.56	0.450
x 6.7	1.97	5	0.190	1.750	0.320	8.93	3.00	0.378
C4x 7.25	2.13	4	0.321	1.721	0.296	7.84	2.29	0.343
x 5.4	1.59	4	0.184	1.584	0.296	8.52	1.93	0.283
C3x 6	1.76	3	0.356	1.596	0.273	6.87	1.38	0.268
x 5	1.47	3	0.258	1.498	0.273	7.32	1.24	0.233
x 4.1	1.21	3	0.170	1.410	0.273	7.78	1.10	0.202

TABLA 6.2
PERFILES DOBLE T DE ALA ANGOSTA

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	r _t in	S _x in ³	S _y in ³
S24x121	35.6	24.5	0.800	8.050	1.090	1.86	258	20.7
x106	31.2	24.5	0.620	7.870	1.090	1.86	240	19.6
x100	29.3	24.0	0.745	7.245	0.870	1.59	199	13.2
x90	26.5	24.0	0.625	7.125	0.870	1.60	187	12.6
x80	23.5	24.0	0.500	7.000	0.870	1.61	175	12.1
S20x96	28.2	20.3	0.800	7.200	0.920	1.63	165	13.9
x86	25.3	20.3	0.660	7.060	0.920	1.63	155	13.3
x75	22.0	20.0	0.635	6.385	0.795	1.43	128	9.32
x66	19.4	20.0	0.505	6.255	0.795	1.44	119	8.85
S18x70	20.6	18.0	0.711	6.251	0.691	1.36	103	7.72
x54.7	16.1	18.0	0.461	6.001	0.691	1.37	89.4	6.94
Sx15x50	14.7	15.0	0.550	5.640	0.622	1.26	64.8	5.57
x42.9	12.6	15.0	0.411	5.501	0.622	1.26	59.6	5.23
S12x50	14.7	12.0	0.687	5.477	0.659	1.25	50.8	5.74
x40.8	12.0	12.0	0.462	5.252	0.659	1.24	45.4	5.16
x35	10.3	12.0	0.428	5.078	0.544	1.16	38.2	3.89
x31.8	9.35	12.0	0.350	5.000	0.544	1.16	36.4	3.74
S10x35	10.3	10.0	0.594	4.944	0.491	1.10	29.4	3.38
x25.4	7.46	10.0	0.311	4.661	0.491	1.09	24.7	2.91

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	r _f in	S _x in ³	S _y in ³
S8x23	6.77	8.0	0.411	4.171	0.426	0.95	16.2	2.07
x18.4	5.41	8.0	0.271	4.001	0.426	0.94	14.4	1.86
S7x20	5.88	7.0	0.450	3.860	0.392	0.88	12.1	1.64
x15.3	4.50	7.0	0.252	3.662	0.392	0.87	10.5	1.44
S6x17.25	5.07	6.0	0.465	3.565	0.359	0.81	8.77	1.30
x12.5	3.67	6.0	0.232	3.332	0.359	0.79	7.37	1.09
S5x14.75	4.34	5.0	0.494	3.284	0.326	0.74	6.09	1.01
x10	2.94	5.0	0.214	3.004	0.326	0.72	4.92	0.809
S4x9.5	2.79	4.0	0.326	2.796	0.293	0.65	3.39	0.646
x7.7	2.26	4.0	0.193	2.663	0.293	0.64	3.04	0.574
S3x5.7	2.21	3.0	0.349	2.509	0.260	0.59	1.95	0.468
x5.7	1.67	3.0	0.170	2.330	0.260	0.57	1.68	0.390

TABLA 6.3
PERFILES DOBLE T DE ALA ANCHA

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	r _f in	S _x in ³	S _y in ³
W36x300	88.3	36.74	0.945	16.655	1.680	4.39	1110	156
x280	82.4	36.52	0.885	16.595	1.570	4.37	1030	144
x260	76.5	36.26	0.840	16.550	1.440	4.34	953	132
x245	72.1	36.08	0.800	16.510	1.350	4.32	895	123
x230	67.6	35.90	0.760	16.470	1.260	4.30	837	114
W36x210	61.8	36.69	0.830	12.180	1.360	3.09	719	67.5
x194	57.0	36.49	0.765	12.115	1.260	3.07	664	61.9
x182	53.6	36.33	0.725	12.075	1.180	3.05	623	57.6
x170	50.0	36.17	0.680	12.030	1.100	3.04	580	53.2
x160	47.0	36.01	0.650	12.000	1.020	3.02	542	49.1
x150	44.2	35.85	0.625	11.975	0.940	2.99	504	45.1
x135	39.7	35.55	0.600	11.950	0.790	2.93	439	37.7
W33x241	70.9	34.18	0.830	15.860	1.400	4.17	829	118
x221	65.0	33.93	0.775	15.805	1.275	4.15	757	106
x201	59.1	33.68	0.715	15.745	1.150	4.12	684	95.2
W33x152	44.7	33.49	0.635	11.565	1.055	2.94	487	47.2
x141	41.6	33.30	0.605	11.535	0.960	2.92	448	42.7
x130	38.3	33.09	0.580	11.510	0.855	2.88	406	37.9
x118	34.7	32.86	0.550	11.480	0.740	2.84	359	32.6

	A in ²	d in	t _a in	b _f in	t _f in	r _f in	S _x in ³	S _y in ³
W30x211	62.0	30.94	0.775	15.105	1.315	3.99	663	100
x191	56.1	30.68	0.710	15.040	1.185	3.97	598	89.5
x173	50.8	30.44	0.655	14.985	1.065	3.94	539	79.8
W30x132	38.9	30.31	0.615	10.545	1.000	2.68	380	37.2
x124	36.5	30.17	0.585	10.515	0.930	2.66	355	34.4
x116	34.2	30.01	0.565	10.495	0.850	2.64	329	31.3
x108	31.7	29.83	0.545	10.475	0.760	2.61	299	27.9
x99	29.1	29.65	0.520	10.450	0.670	2.57	269	24.5
W27x178	52.3	27.81	0.725	14.085	1.190	3.72	502	78.8
x161	47.4	27.59	0.660	14.020	1.080	3.70	455	70.9
x146	42.9	27.38	0.605	13.965	0.975	3.68	411	63.5
W27x114	33.5	27.29	0.570	10.070	0.930	2.58	299	31.5
x102	30.0	27.09	0.515	10.015	0.830	2.56	267	27.8
x94	27.7	26.92	0.490	9.990	0.745	2.53	243	24.8
x84	24.8	26.71	0.460	9.960	0.640	2.49	213	21.2
W24x162	47.7	25.00	0.705	12.955	1.220	3.45	414	68.4
x146	43.0	24.74	0.650	12.900	1.090	3.43	371	60.5
x131	38.5	24.48	0.605	12.855	0.960	3.40	329	53.0
x117	34.4	24.26	0.550	12.800	0.850	3.37	291	46.5
x104	30.6	24.06	0.500	12.750	0.750	3.35	258	40.7
W24x94	27.7	24.31	0.515	9.065	0.875	2.33	222	24.0
x84	24.7	24.10	0.470	9.020	0.770	2.31	196	20.9
x76	22.4	23.92	0.440	8.990	0.680	2.29	176	18.4
x68	20.1	23.73	0.415	8.965	0.585	2.26	154	15.7
W24x62	18.2	23.74	0.430	7.040	0.590	1.71	131	9.80
x55	16.2	23.57	0.395	7.005	0.505	1.68	114	8.30
W21x147	43.2	22.06	0.720	12.510	1.150	3.34	329	60.1
x132	38.8	21.83	0.650	12.440	1.035	3.31	295	53.5
x122	35.9	21.68	0.600	12.390	0.960	3.30	273	49.2
x111	32.7	21.51	0.550	12.340	0.875	3.28	249	44.5
x101	29.8	21.36	0.500	12.290	0.800	3.27	227	40.3
W21x93	27.3	21.62	0.580	8.420	0.930	2.17	192	22.1
x83	24.3	21.43	0.515	8.355	0.835	2.15	171	19.5
x73	21.5	21.24	0.455	8.295	0.740	2.13	151	17.0
x68	20.0	21.13	0.430	8.270	0.685	2.12	140	15.7
x62	18.3	20.99	0.400	8.240	0.615	2.10	127	13.9

	A in ²	d in	t _a in	b _t in	t _f in	r _t in	S _x in ⁴	S _y in ⁴
W21x57	16.7	21.06	0.405	6.555	0.650	1.64	111	9.35
x50	14.7	20.83	0.380	6.530	0.535	1.60	94.5	7.64
x44	13.0	20.66	0.350	6.500	0.450	1.57	81.6	6.36
W18x119	35.1	18.97	0.655	11.265	1.060	3.02	231	44.9
x106	31.1	18.73	0.590	11.200	0.940	3.00	204	39.4
x97	28.5	18.59	0.535	11.145	0.870	2.99	188	36.1
x86	25.3	18.39	0.480	11.090	0.770	2.97	166	31.6
x76	22.3	18.21	0.425	11.035	0.680	2.95	146	27.6
W18x71	20.8	18.47	0.495	7.635	0.810	1.98	127	15.8
x65	19.1	18.35	0.450	7.590	0.750	1.97	117	14.4
x60	17.6	18.24	0.415	7.555	0.695	1.96	108	13.3
x55	16.2	18.11	0.390	7.530	0.630	1.95	98.3	11.9
x50	14.7	17.99	0.355	7.495	0.570	1.94	88.9	10.7
W18x46	13.5	18.06	0.360	6.060	0.605	1.54	78.8	7.43
x40	11.8	17.90	0.315	6.015	0.525	1.52	68.4	6.35
x35	10.3	17.70	0.300	6.000	0.425	1.49	57.6	5.12
W16x100	29.4	16.97	0.585	10.425	0.985	2.81	175	35.7
x89	26.2	16.75	0.525	10.365	0.875	2.79	155	31.4
x77	22.6	16.52	0.455	10.295	0.760	2.77	134	26.9
x67	19.7	16.33	0.395	10.235	0.665	2.75	117	23.2
W16x57	16.8	16.43	0.430	7.120	0.715	1.86	92.2	12.1
x50	14.7	16.26	0.380	7.070	0.630	1.84	81.0	10.5
x45	13.3	16.13	0.345	7.035	0.565	1.83	72.7	9.34
x40	11.8	16.01	0.305	6.995	0.505	1.82	64.7	8.25
x36	10.6	15.86	0.295	6.985	0.430	1.79	56.5	7.00
W16x31	9.12	15.88	0.275	5.525	0.440	1.39	47.2	4.49
x26	7.68	15.69	0.250	5.500	0.345	1.36	38.4	3.49
W14x132	38.8	14.66	0.645	14.725	1.030	4.05	209	74.5
x120	35.3	14.48	0.590	14.670	0.940	4.04	190	67.5
x109	32.0	14.32	0.525	14.605	0.860	4.02	173	61.2
x99	29.1	14.16	0.485	14.565	0.780	4.00	157	55.2
x90	26.5	14.02	0.440	14.520	0.710	3.99	143	49.9
W14x82	24.1	14.31	0.510	10.130	0.855	2.74	123	29.3
x74	21.8	14.17	0.450	10.070	0.785	2.72	112	26.6
x68	20.0	14.04	0.415	10.035	0.720	2.71	103	24.2
x61	17.9	13.89	0.375	9.995	0.645	2.70	92.2	21.5

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	r _t in	S _x in ³	S _y in ³
W14x53	15.6	13.92	0.370	8.060	0.660	2.15	77.8	14.3
x48	14.1	13.79	0.340	8.030	0.595	2.13	70.3	12.8
x43	12.6	13.66	0.305	7.995	0.530	2.12	62.7	11.3
W14x38	11.2	14.10	0.310	6.770	0.515	1.77	54.6	7.88
x34	10.0	13.98	0.285	6.745	0.455	1.76	48.6	6.91
x30	8.85	13.84	0.270	6.730	0.385	1.74	42.0	5.82
W14x26	7.69	13.91	0.255	5.025	0.420	1.28	35.3	3.54
x22	6.49	13.74	0.230	5.000	0.335	1.25	29.0	2.80
W12x120	35.3	13.12	0.710	12.320	1.105	3.38	163	56.0
x106	31.2	12.89	0.610	12.220	0.990	3.36	145	49.3
x96	28.2	12.71	0.550	12.160	0.990	3.34	131	44.4
x87	25.6	12.53	0.515	12.125	0.810	3.32	118	39.7
x79	23.2	12.38	0.470	12.080	0.735	3.31	107	35.8
x72	21.1	12.25	0.430	12.040	0.670	3.29	97.4	32.4
x65	19.1	12.12	0.390	12.000	0.605	3.28	87.9	29.1
W12x58	17.0	12.19	0.360	10.010	0.640	2.72	78.0	21.4
x53	15.6	12.06	0.345	9.995	0.575	2.71	70.6	19.2
W12x50	14.7	12.19	0.370	8.080	0.640	2.17	64.7	13.9
x45	13.2	12.06	0.335	8.045	0.575	2.15	58.1	12.4
x40	11.8	11.94	0.295	8.005	0.515	2.14	51.9	11.0
x35	10.3	12.50	0.300	6.560	0.520	1.74	45.6	7.47
x30	8.79	12.34	0.260	6.520	0.440	1.73	38.6	6.24
x26	7.65	12.22	0.230	6.490	0.380	1.72	33.4	5.34
W12x22	6.48	12.31	0.260	4.030	0.425	1.02	25.4	2.31
x19	5.57	12.16	0.235	4.005	0.350	1.00	21.3	1.88
x16	4.71	11.99	0.220	3.990	0.265	0.96	17.1	1.41
x14	4.16	11.91	0.200	3.970	0.225	0.95	14.9	1.19
W10x112	32.9	11.36	0.755	10.415	1.250	2.88	126	45.3
x100	29.4	11.10	0.680	10.340	1.120	2.85	112	40.0
x88	25.9	10.84	0.605	10.265	0.990	2.83	98.5	34.8
x77	22.6	10.60	0.530	10.190	0.870	2.80	85.9	30.1
x68	20.0	10.40	0.470	10.130	0.770	2.79	75.7	26.4
x60	17.6	10.22	0.420	10.080	0.680	2.77	66.7	23.0
x54	15.8	10.09	0.370	10.030	0.615	2.75	60.0	20.6
x49	14.4	9.98	0.340	10.000	0.560	2.74	54.6	18.7
W10x45	13.3	10.10	0.350	8.020	0.620	2.18	49.1	13.3
x39	11.5	9.92	0.315	7.985	0.530	2.16	42.1	11.3
x33	9.71	9.73	0.290	7.960	0.435	2.14	35.0	9.20

	A in ²	d in	t _w in	b _f in	t _f in	r ₁ in	S _x in ³	S _y in ³
W10x30	8.84	10.47	0.300	5.810	0.510	1.55	32.4	5.75
x26	7.61	10.33	0.260	5.770	0.440	1.54	27.9	4.89
x22	6.49	10.17	0.240	5.750	0.360	1.51	23.2	3.97
W10x19	5.62	10.24	0.250	4.020	0.395	1.03	18.8	2.14
x17	4.99	10.11	0.240	4.010	0.330	1.01	16.2	1.78
x15	4.41	9.99	0.230	4.000	0.270	0.99	13.8	1.45
x12	3.54	9.87	0.190	3.960	0.210	0.96	10.9	1.10
W8x67	19.7	9.00	0.570	8.280	0.935	2.28	60.4	21.4
x58	17.1	8.75	0.510	8.220	0.810	2.26	52.0	18.3
x48	14.1	8.50	0.400	8.110	0.685	2.23	43.3	15.0
x40	11.7	8.25	0.360	8.07	0.560	2.21	35.5	12.2
x35	10.3	8.12	0.310	8.020	0.495	2.20	31.2	10.6
x31	9.13	8.00	0.285	7.995	0.435	2.18	27.5	9.27
W8x28	8.25	8.06	0.285	6.535	0.465	1.77	24.3	6.63
x24	7.08	7.93	0.245	6.495	0.400	1.76	20.9	5.53
W8x21	6.16	8.28	0.250	5.270	0.400	1.41	18.2	3.71
x18	5.26	8.14	0.230	5.250	0.330	1.39	15.2	3.04
x15	4.44	8.11	0.245	4.015	0.315	1.03	11.8	1.70
x13	3.84	7.99	0.230	4.000	0.255	1.01	9.91	1.37
x10	2.96	7.89	0.170	3.940	0.205	0.99	7.81	1.06
W6x25	7.34	6.38	0.320	6.080	0.455	1.66	16.7	5.61
x20	5.87	6.20	0.260	6.020	0.365	1.64	13.4	4.41
x15	4.43	5.99	0.230	5.990	0.260	1.61	9.72	3.11
W6x16	4.74	6.28	0.260	4.030	0.405	1.08	10.2	2.20
x12	3.55	6.03	0.230	4.000	0.280	1.05	7.31	1.50
x9	2.68	5.90	0.170	3.940	0.215	1.03	5.56	1.11
W5x19	5.54	5.15	0.270	5.030	0.430	1.38	10.2	3.63
x16	4.68	5.01	0.240	5.000	0.360	1.37	8.51	3.00
W4x13	3.83	4.16	0.280	4.060	0.345	1.10	5.46	1.90







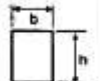

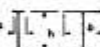



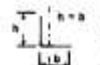

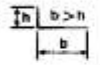

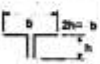

TABLA 6.4 ANGULOS										
	w Lb/pie	A in ²	S _x in ³	r _x in	Y in	S _y in ³	r _y in	x in	y in	r _z in
1.4x3x1/2	11.1	3.25	1.89	1.25	1.33	1.12	0.864	0.827	0.639	
x3/8	8.5	2.48	1.46	1.26	1.28	0.866	0.879	0.782	0.644	
x5/16	7.2	2.09	1.23	1.27	1.26	0.734	0.887	0.759	0.647	
x1/4	5.8	1.69	1.00	1.28	1.24	0.299	0.896	0.736	0.651	
1.3½x3½x3/8	8.5	2.48	1.15	1.07	1.01					0.687
x5/16	7.2	2.09	0.976	1.08	0.990					0.690
x1/4	5.8	1.69	0.794	1.09	0.968					0.694
1.3½x3x3/8	7.9	2.30	1.13	1.09	1.08	0.851	0.897	0.830	0.625	
x5/16	6.6	1.93	0.954	1.10	1.06	0.722	0.905	0.808	0.627	
x1/4	5.4	1.56	0.776	1.11	1.04	0.589	0.914	0.795	0.631	
1.3½x2½x3/8	7.2	2.11	1.09	1.10	1.16	0.592	0.719	0.660	0.537	
x5/16	6.1	1.78	0.927	1.11	1.14	0.504	0.727	0.637	0.540	
x1/4	4.9	1.44	0.755	1.12	1.11	0.412	0.735	0.614	0.544	
1.3 x3 x1/2	9.4	2.75	1.07	0.898	0.932					0.584
x3/8	7.2	2.11	0.833	0.913	0.888					0.587
x5/16	6.1	1.78	0.707	0.922	0.865					0.589
1.3 x3 x1/4	4.9	1.44	0.577	0.930	0.842					0.592
x3/16	3.71	1.09	0.441	0.939	0.820					0.596
1.3 x2½x3/8	6.6	1.92	0.810	0.928	0.956	0.581	0.736	0.706	0.522	
x1/4	4.5	1.31	0.561	0.945	0.911	0.404	0.753	0.661	0.528	
x3/16	3.39	0.996	0.430	0.954	0.888	0.310	0.761	0.638	0.533	
1.3 x2 x3/8	5.9	1.73	0.781	0.940	1.04	0.371	0.559	0.539	0.430	
x5/16	5.0	1.46	0.664	0.948	1.02	0.317	0.567	0.516	0.432	
x1/4	4.1	1.19	0.542	0.957	0.993	0.260	0.574	0.493	0.435	
x3/16	3.07	0.902	0.415	0.966	0.970	0.200	0.583	0.470	0.439	
1.2½x2½x3/8	5.9	1.73	0.566	0.753	0.762					0.487
x5/16	5.0	1.46	0.482	0.761	0.740					0.489
x1/4	4.1	1.19	0.394	0.769	0.717					0.491
x3/16	3.07	0.902	0.303	0.778	0.694					0.495
1.2½x2 x3/8	5.3	1.55	0.547	0.768	0.831	0.363	0.577	0.581	0.420	
x5/16	4.5	1.31	0.466	0.776	0.809	0.310	0.584	0.559	0.422	
x1/4	3.62	1.06	0.381	0.784	0.787	0.254	0.592	0.537	0.424	
x3/16	2.75	0.809	0.293	0.793	0.764	0.196	0.600	0.514	0.427	

L2 x2 x3/8	4.7	1.36	0.351	0.594	0.636		0.389
x5/16	3.92	1.15	0.300	0.601	0.614		0.390
x1/4	3.19	0.938	0.247	0.609	0.592		0.391
x3/16	2.44	0.715	0.190	0.617	0.569		0.394
x1/8	1.65	0.484	0.131	0.626	0.546		0.398

TABLA 6.5
TUBOS ESTANDAR

Nominal in	diámetro exterior in	espesor interior in	pared in	peso lb/pie	área in ²	momento inertia in ⁴	módulo sección in ³	radio giro in
1/2	0.840	0.622	0.109	0.85	0.250	0.017	0.041	0.261
3/4	1.050	0.824	0.113	1.13	0.333	0.037	0.071	0.334
1	1.315	1.049	0.133	1.68	0.494	0.087	0.133	0.421
1 1/4	1.660	1.380	0.140	2.27	0.669	0.195	0.235	0.540
1 1/2	1.900	1.610	0.145	2.72	0.799	0.310	0.326	0.623
2	2.375	2.067	0.154	3.65	1.07	0.666	0.561	0.787
2 1/2	2.875	2.469	0.203	5.79	1.70	1.53	1.06	0.947
3	3.500	3.068	0.216	7.58	2.23	3.02	1.72	1.16
3 1/2	4.000	3.548	0.226	9.11	2.68	4.79	2.39	1.34
4	4.500	4.026	0.237	10.79	3.17	7.23	3.21	1.51
5	5.563	5.047	0.258	14.62	4.30	15.2	5.45	1.88
6	6.625	6.065	0.280	18.97	5.58	28.1	8.50	2.25
8	8.625	7.981	0.322	28.55	8.40	72.5	16.8	2.94
10	10.750	10.020	0.365	40.48	11.90	161	29.9	3.67
12	12.750	12.000	0.375	49.56	14.60	279	43.8	4.38

TABLA 6.6
VALORES APROXIMADOS DE LOS RADIOS DE GIRO PARA
SECCIONES ESTRUCTURALES TÍPICAS (cuando se dan dos valores,
representan el máximo y el mínimo)

Sección	r_x/h	r_y/b	Sección	r_x/h	r_y/b
	0.250	0.250		0.40 0.45	0.19 0.22
	0.35	0.350		0.40 0.45	0.40 0.45
	0.294	0.294		0.25 0.30	0.19 0.22
	0.5 $\frac{3b-h}{4(h+b)}$	0.5 $\frac{3h-b}{4(h+b)}$		0.27 0.30	0.35 0.38
	0.38 0.42	0.22 0.25		0.20 0.25	0.20 0.25
	0.20	0.40		0.38 0.40	0.19 0.23
	0.30 0.32	0.30 0.32		0.38 0.43	0.19 0.22
	0.28 0.31	0.31 0.33		0.40 0.45	0.20 0.25
	0.30 0.32	0.21 0.22		0.35 0.35	0.20 0.25

























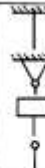
	0.31 0.33	0.19 0.21		0.35 0.37	0.42 0.46
	0.28 0.30	0.22 0.25		0.35 0.37	0.54 0.56
	0.21 0.22	0.21 0.22		0.33 0.36	0.52 0.54
	0.40 0.44	0.38 0.42		0.40 0.44	0.50 0.54
	0.37 0.40	0.48 0.52		0.40 0.44	0.25 0.30
	0.39 0.44	0.30 0.33		0.33 0.36	0.52 0.54
	0.42 0.46	0.27 0.29		0.49 0.52	0.30 0.33
	0.49 0.52	0.27 0.29		0.46 0.49	0.27 0.30
	0.36 0.40	0.52 0.56		0.36 0.40	0.23 0.26

TABLA 6.7 FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA PARA COLUMNAS						
La configuración de la columna pandeada se muestra con línea punteada	(a) 	(b) 	(c) 	(d) 	(e) 	(f) 
Valor Teórico de K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor de diseño recomendado para K, cuando las condiciones reales de apoyo se aproximan a las ideales	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Representación esquemática de las condiciones de apoyo.		Rotación impedida Rotación libre Rotación impedida Rotación libre		Traslación impedida Traslación impedida Traslación libre Traslación libre		

CARACTERÍSTICAS DE LA SOLDADURA DE FILETE

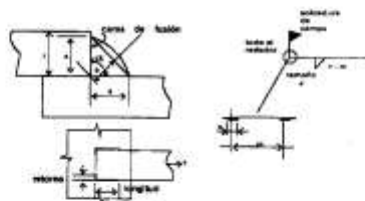


TABLA 6.8 TAMAÑO MÍNIMO DE LA SOLDADURA	
Espesor de la parte más delgada	Tamaño mínimo
menos de 1/4	1/8
de 1/4 a 1/2	3/16
de 1/2 a 3/4	1/4
más de 3/4	5/16

El tamaño nominal 'a' de la soldadura multiplicado por un factor f función del ángulo α entre las caras de fusión, da el tamaño efectivo 'd'.

TABLA 6.9 TAMAÑO EFECTIVO "d" DE LA SOLDADURA					
Ángulo α	60-90	91-100	101-106	107-113	114-120
factor f	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50

TABLA 6.10 TAMAÑO MÁXIMO DE LA SOLDADURA		
	Espesor del material	Tamaño máximo
borde vivo	$t < 1/4"$	$a = t$
borde vivo	$t > 1/4"$	$a = t-1/16"$
borde laminado	t	$a = 3t/4$

LONGITUD DE LA SOLDADURA

La longitud mínima no debe ser menor que cuatro veces el tamaño nominal.

La soldadura debe tener un retorno en los extremos de por lo menos dos veces el tamaño nominal.

COLOCACION DE LA SOLDADURA

El tamaño máximo del cordón que puede depositarse en un solo paso depende de la posición de la soldadura y no deberá ser mayor que:

5/16 en posición sobre cabeza

3/8 en la posición plana

1/2 en la posición vertical

ESFUERZO Y RESISTENCIA ADMISIBLES

El esfuerzo admisible en corte es igual a 1050 kg/cm² para acero A-36 y electrodo E-70.

La resistencia admisible T es igual a:

$$T = 1050 \sum dL$$

En donde:

\sum Sumatoria del tamaño efectivo d por su respectiva longitud L.

DESIGNACION DE LOS ELECTRODOS

Los electrodos se designan con la siguiente nomenclatura:

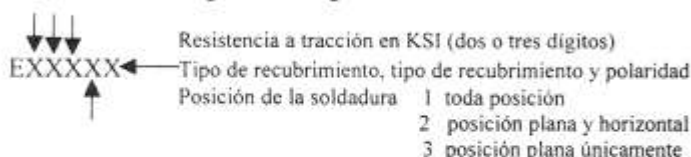


TABLA 6.11 CARGAS ADMISIBLES DE CORTE EN UNIONES EMPERNADAS Kips													
ASTM	Tipo ajus	Tipo Aguj	Fv KSI	Tipo Carga	Diámetro nominal en in								
					5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	
A307	---	STD	10.0	S	3.1	4.4	6.0	7.9	9.9	12.3	14.8	17.7	
		D		6.1	8.8	12.0	15.7	19.9	24.5	29.7	35.3		
A325	F	STD	17.5	S	5.4	7.7	10.5	13.7	17.4	21.5	26.0	30.9	
				D	10.7	15.5	21.0	27.5	34.8	42.9	52.0	61.8	
		OVS	15.0	S	4.6	6.6	9.0	11.8	14.9	18.4	22.3	26.5	
				D	9.2	13.3	18.0	23.6	29.8	36.8	44.5	53.0	
	SSL	12.5	S	3.8	5.5	7.5	9.8	12.4	15.3	18.6	22.1		
			D	7.7	11.0	15.0	19.6	24.9	30.7	37.1	44.2		
	N	STD	21.0	S	6.4	9.3	12.6	16.5	20.9	25.8	31.2	37.1	
				D	12.9	18.6	25.3	33.0	41.7	51.5	62.4	74.2	
		NSL											
	F Conexión tipo fricción					S Corte simple							
N Conexión tipo aplastamiento					D Corte doble								
STD Agujero estándar (d + 1/16")					LSL Long slotted holes								
OVS Oversize round holes					SSL Short slotted holes								
NSL Long or short slotted hole normal to load direction													

TABLA 6.12 CARGAS ADMISIBLES DE TRACCIÓN EN UNIONES EMPERNADAS EN KIPS												
Diámetro nominal y área en in ²												
ASTM	F _t	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2			
Área	KSI	0.3068	0.4418	0.6013	0.7854	0.9940	1.227	1.485	1.767			
A-307	20	6.1	8.8	12.0	15.7	19.9	24.5	29.7	35.3			
A-325	44	13.5	19.4	26.5	34.6	43.7	54.0	65.3	77.7			

TABLA 6.13
TAMAÑO DE LOS AGUJEROS EN UNIONES EMPERNADAS EN "IN"

Diámetro	Agujero	Oversized	Short-slotted	Long-slotted
$\leq 7/8$	$d + 1/16$	$d + 3/16$	$(d + 1/16) \times (d + 1/4)$	$(d + 1/16) \times 2.5 d$
1	1 1/16	1 1/4	1 1/16 \times 1 5/16	1 1/16 \times 2 1/2
$\geq 1 1/8$	$d + 1/16$	$d + 5/16$	$(d + 1/16) \times (d + 3/8)$	$(d + 1/16) \times 2.5 d$

d es el diámetro del perno en pulgadas

TABLA 6.14
ESFUERZOS ADMISIBLES EN ELEMENTOS DE ACERO (AISC – 8ª Edición)

A. Sección compacta
 A.1 $b_f / 2t_f \leq 65 / F_y^{1/2}$
 A.2 Cuando $f_s / F_y \leq 0.16$
 $d / t_w \leq 640 (1 - 3.74 f_s / F_y) / F_y^{1/2}$
 A.3 Cuando $f_s / F_y > 0.16$
 $d / t_w \leq 275 F_y^{1/2}$
 B La longitud no arriostrada lateralmente del ala en compresión no debe exceder a:
 $76 b_f / F_y^{1/2}$ ni $20000 / (d / A_f) F_y$

ESFUERZO ADMISIBLE EN FLEXIÓN F_b
 1. Para secciones compactas
 $F_b = 0.66 F_y$
 2. Para secciones que no cumplan con la condición A.1 de secciones compactas y que tengan un $b_f / 2t_f < 95 / F_y^{1/2}$
 $F_b = [0.79 - 0.02(b_f / 2t_f) F_y^{1/2}] F_y$
 Cuando $b_f / 2t_f = 95 / F_y^{1/2} + F_b = 0.60 F_y$
 3. Cuando la flexión es en el eje débil
 Para secciones compactas
 $F_b = 0.75 F_y$
 Para secciones que tengan $b_f / 2t_f$ entre $65 / F_y^{1/2}$ y $95 / F_y^{1/2}$
 $F_b = [1.075 - 0.005(b_f / 2t_f) F_y^{1/2}] F_y$
 4. Para secciones que no sean compactas y para acero A-36
 Cuando $53.3 \leq L / r_t < 119$
 4.1 $F_b = [2/3 - F_y (L / r_t)^2 / 1530000] F_y$
 Cuando $L / r_t \geq 119$
 4.2 $F_b = 170000 / (L / r_t)^2$
 Cuando el área del ala en compresión es aproximadamente rectangular e igual al área en tracción
 4.3 $F_b = 12000 / L (d / A_f)$
 Se toma el mayor valor de 4.1 y 4.3 o de 4.2 y 4.3

ESFUERZO ADMISIBLE EN COMPRESIÓN F_a
 Ver tabla 6.15

ESFUERZO ADMISIBLE EN CORTE F_v
 $F_v = 0.40 F_y$

TABLA 6.15
ESFUERZO ADMISIBLE F_a DE MIEMBROS EN COMPRESIÓN DE ACERO A-36
EN KIPS POR PULGADA CUADRADA (KSI)

Kl/r	F_a	Kl/r	F_a	Kl/r	F_a	Kl/r	F_a	Kl/r	F_a	Kl/r	F_a
1	21.66	31	19.87	61	17.33	91	14.09	121	10.14	151	6.65
2	21.52	32	19.80	62	17.24	92	13.97	122	9.99	152	6.46
3	21.48	33	19.73	63	17.14	93	13.84	123	9.85	153	6.38
4	21.44	34	19.65	64	17.04	94	13.72	124	9.70	154	6.30
5	21.39	35	19.58	65	16.94	95	13.60	125	9.55	155	6.22
6	21.35	36	19.50	66	16.84	96	13.48	126	9.41	156	6.14
7	21.30	37	19.42	67	16.74	97	13.35	127	9.26	157	6.06
8	21.25	38	19.35	68	16.64	98	13.23	128	9.11	158	5.98
9	21.21	39	19.27	69	16.53	99	13.10	129	8.97	159	5.91
10	21.16	40	19.19	70	16.43	100	12.98	130	8.84	160	5.83
11	21.10	41	19.11	71	16.33	101	12.85	131	8.70	161	5.76
12	21.05	42	19.03	72	16.22	102	12.72	132	8.57	162	5.69
13	21.00	43	18.95	73	16.12	103	12.59	133	8.44	163	5.62
14	20.95	44	18.86	74	16.01	104	12.47	134	8.32	164	5.55
15	20.89	45	18.78	75	15.90	105	12.33	135	8.19	165	5.49
16	20.83	46	18.70	76	15.79	106	12.20	136	8.07	166	5.42
17	20.78	47	18.61	77	15.69	107	12.07	137	7.96	167	5.35
18	20.72	48	18.53	78	15.58	108	11.94	138	7.84	168	5.29
19	20.66	49	18.44	79	15.47	109	11.81	139	7.73	169	5.23
20	20.60	50	18.35	80	15.36	110	11.67	140	7.62	170	5.17
21	20.54	51	18.26	81	15.24	111	11.54	141	7.51	171	5.11
22	20.48	52	18.17	82	15.13	112	11.40	142	7.41	172	5.05
23	20.41	53	18.08	83	15.02	113	11.26	143	7.30	173	4.99
24	20.35	54	17.99	84	14.90	114	11.13	144	7.20	174	4.93
25	20.28	55	17.90	85	14.79	115	10.99	145	7.10	175	4.88
26	20.22	56	17.81	86	14.67	116	10.85	146	7.01	176	4.82
27	20.15	57	17.71	87	14.56	117	10.71	147	6.91	177	4.77
28	20.08	58	17.62	88	14.44	118	10.57	148	6.82	178	4.71
29	20.01	59	17.63	89	14.32	119	10.43	149	6.73	179	4.66
30	19.94	60	17.43	90	14.20	120	10.28	150	6.64	180	4.61

$F_a = [1 - (kl/r)^2 / 2Cc^2] F_y / [5/3 + 3(kl/r)8Cc - (kl/r)^4 / 8Cc^3]$ en donde
 $Cc = (2\pi^2 E / F_y)^{0.5}$, cuando kl/r excede a Cc ; $F_a = 12\pi^2 E / 23 (kl/r)^2$

TABLA 6.16 ALAMBRE GALVANIZADO PARA PUENTES: RESISTENCIA DE FLUENCIA, RESISTENCIA A LA TENSION Y ELONGACION				
Recubri- miento Clase	Diámetro Plgs.	Resistencia mín. a la tensión, Kg./cm.2	Resistencia mín de fluencia a 0.7% de extensión bajo carga	Elongación total mín. en 10 plgs., por ciento
A	0.041 y mayores	15470	11250	4.0
B	Todos los diámetros	14770	10550	4.0
C	Todos los diámetros	14060	9840	4.0
La resistencia mínima de fluencia se mide al 0.7% de elongamiento bajo carga y el módulo de elasticidad del alambre varia de 1.97×10^6 hasta 2.11×10^6 Kg./cm. ²				

TABLA 6.17 ALAMBRE GALVANIZADO PARA PUENTES: PESOS MINIMOS DE RECUBRIMIENTO			
Diámetro del alambre recubierto plgs.	Peso mínimo de recubrimiento en onzas por pie cuadrado de superficie de alambre sin recubrir		
	Clase A	Clase B	Clase C
De 0.041 a 0.061	0.40	0.80	1.20
Mas de 0.061 a 0.079	0.50	1.00	1.50
Mas de 0.079 a 0.092	0.60	1.20	1.80
Mas de 0.092 a 0.103	0.70	1.40	2.10
Mas de 0.103 a 0.119	0.80	1.60	2.40
Más de 0.119 a 0.142	0.85	1.70	2.55
Más de 0.142 a 0.187	0.90	1.80	2.70
Más de 0.187	1.00	2.00	3.00

TABLA 6.18 PROPIEDADES MECANICAS DE LOS TORONES PARA PUENTES RECUBIERTOS DE ZINC. (Normas establecidas por la "Wire Rope Technical Board")					
Diámetro nominal pgs.	Resistencia mínima de ruptura en toneladas métricas				
	Clase "A" Recubrimiento completo	Clase "A" recubrimiento en los alambres interiores Clase "B" recubrimiento en los alambres exteriores	Clase "A" recubrimiento en los alambres interiores. Clase "C" recubrimiento en los alambres exteriores	Area metálica aproximada en cm.2	Peso aproximado en Kg./m.
1/2	13.6	13.2	12.9	0.97	0.77
9/16	17.2	16.7	16.4	1.23	0.98
5/8	21.8	21.1	20.7	1.51	1.22
11/16	26.3	25.5	24.9	1.83	1.47
3/4	30.8	29.9	29.3	2.18	1.76
13/16	36.3	35.2	34.5	2.55	2.07
7/8	41.7	40.5	39.6	2.96	2.40
15/16	50.0	47.5	46.5	3.40	2.75
1	55.3	53.7	52.5	3.87	3.13
1 1/16	62.6	60.7	59.4	4.37	3.53
1 1/8	70.8	68.7	67.2	4.90	3.96
1 3/16	78.0	75.7	74.1	5.46	4.40
1 1/4	87.1	85.4	83.6	6.05	4.88
1 5/16	96.2	94.3	92.5	6.65	5.59
1 3/8	105.2	103.4	100.7	7.29	5.91
1 7/16	114.3	111.6	109.8	8.00	6.46
1 1/2	125.2	122.5	119.8	8.71	7.04
1 9/16	136.0	133.4	130.6	9.48	7.63
1 5/8	147.0	144.2	140.6	10.28	8.26
1 11/16	159.7	156.0	153.3	11.03	8.90
1 3/4	170.6	166.9	163.3	11.87	9.57
1 13/16	183.3	179.6	176.0	12.71	10.27
1 7/8	196.0	192.3	187.8	13.61	11.00
1 15/16	208.7	205.0	200.5	14.52	11.74
2	222.3	218.6	215.9	15.48	12.50
2 1/16	236.8	233.2	229.5	16.45	13.30
2 1/8	251.3	247.7	244.0	17.48	14.52
2 3/16	265.8	262.2	257.6	18.52	14.95
2 1/4	281.2	276.7	273.1	19.61	15.83
2 3/8	312.1	322.1	303.0	21.81	17.63
2 5/16	296.7	292.1	287.6	20.71	16.73
2 7/16	326.6	322.1	316.6	23.03	18.57
2 1/2	341.1	335.7	331.1	24.20	19.54
2 9/16	355.6	350.2	344.7	25.41	20.53
2 5/8	378.3	372.9	366.4	26.65	21.53
2 11/16	391.9	385.6	380.0	27.94	22.56
2 3/4	410.1	403.7	397.3	29.29	23.63
2 7/8	448.2	440.9	434.5	32.00	25.83
3	488.1	480.8	473.5	34.84	28.12

3 1/8	529.8	521.6	513.4	37.81	30.52
3 1/4	567.0	558.8	549.6	40.91	33.00
3 3/8	610.5	601.5	592.3	44.07	35.59
3 1/2	656.8	648.2	636.7	47.92	38.29
3 5/8	696.7	686.8	675.7	50.84	41.07
3 3/4	745.7	734.8	722.9	54.45	43.94
3 7/8	796.5	784.7	772.8	58.13	46.92
4	839.2	826.5	813.6	61.94	50.00

TABLA 6.19
PROPIEDADES MECANICAS DE LOS CABLES RECUBIERTOS DE ZINC.
(Normas establecidas por la "Wire Rope Technical Board")

Diámetro nominal en pulgs.	Resistencia mínima de ruptura en toneladas métricas. Recubrimiento Clase A	Peso aproximado Kg./m.	Area metálica aproximada en cm. ²
3/8	5.9	0.36	0.419
1/2	10.4	0.62	0.768
5/8	16.3	0.97	1.174
3/4	23.6	1.41	1.729
7/8	31.7	1.90	2.328
1	41.4	2.48	3.038
1 1/8	52.4	3.14	3.844
1 1/4	65.5	3.93	4.805
1 3/8	79.6	4.78	5.844
1 1/2	94.3	5.68	6.940
1 5/8	111.5	6.71	8.192
1 3/4	129.5	7.80	9.482
1 7/8	148.7	8.97	10.901
2	168.7	10.19	12.384
2 1/8	190.5	11.50	13.997
2 1/4	213.1	12.89	15.609
2 3/8	236.7	14.30	17.351
2 1/2	261.2	15.77	19.157
2 5/8	287.5	17.29	21.092
2 3/4	314.7	18.96	23.091
2 7/8	343.8	20.68	25.219
3	373.7	22.48	27.413
3 1/4	430.8	26.78	32.508
3 1/2	503.4	31.25	37.604
3 3/4	580.5	35.71	43.022
4	662.1	40.18	48.956

CAPÍTULO 7

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO



7.0 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

TABLA 7.1

CARACTERÍSTICAS DE LOS CEMENTOS

TABLA 7.2

PORCENTAJE DE LA RESISTENCIA CON RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I.

TABLA 7.3

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO

TABLA 7.4

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

TABLA 7.5

GRANULOMETRÍA RECOMENDABLE DEL AGREGADO

TABLA 7.6

RESISTENCIA REQUERIDA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (f'_{cr}) CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

TABLA 7.7

ASENTAMIENTO O SLUMP RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS

TABLA 7.8

AGUA EN LT/M³, PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS

TABLA 7.9

CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO Y TOTAL

TABLA 7.10

RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

TABLA 7.11

RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE AGREGADO GRUESO

TABLA 7.12

RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA PARA DIVERSOS CONTENIDOS DE AIRE TOTAL

TABLA 7.13

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO

TABLA 7.14

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO

TABLA 7.15

PRIMERA ESTIMACIÓN DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO

TABLA 7.16

DISEÑO POR MEZCLAS DE PRUEBA, PARA USO EN PEQUEÑAS OBRAS, RECOMENDADAS POR EL ACI

TABLA 7.17

COLORANTES DEL CONCRETO (DEL 5 AL 10% EN PESO DE CEMENTO)

Tabla 7.1 Características de los Cementos		
Nombre	Características	Norma ITINTEC
- Portland tipo I	Uso general	334.009
- Portland tipo II	Uso general, moderado calor de hidratación y moderada resistencia al ataque de sulfatos	334.038
- Portland tipo III(*)	Alta resistencia inicial	
- Portland tipo IV(*)	Bajo calor de hidratación	
- Portland tipo V	Alta resistencia al ataque de sulfatos	334.040
- Portland puzolánico tipo IP y tipo IPM	Puzolana hasta el 15% tipo IPM	
- Tipo MS	Puzolana de 15 a 40% tipo IP	334.044
	Para ambientes húmedos y salitrosos, estructuras expuestas	(ASTM C 1152)
(*) No se fabrican en el país		

Tabla 7.2 Porcentaje de la resistencia con respecto a la resistencia del concreto con cemento tipo I.			
	3 días	7 días	28 días
I	100	100	100
II	80	85	100
III	190	130	115
IV	50	65	90
V	65	65	85

Tabla 7.3 Tamaño máximo del agregado grueso	
El tamaño máximo del agregado grueso se tomará como el menor valor entre los siguientes:	
1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado	
1/3 del peralte de la losa	
3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas, paquetes de varillas o ductos de preesfuerzo.	

Tabla 7.4

Tamaño Máximo nominal del agregado grueso

Tamaño máximo nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0.5	-
1 1/2"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0.5	-
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0.1

Tabla 7.5

Granulometría recomendable del agregado fino

Malla	% que pasa
3/8" (9.50 mm)	100
4 (4.75 mm)	95-100
8 (2.36 mm)	80-100
16 (1.18 mm)	50-85
30 (0.60 mm)	25-60
50 (0.30 mm)	10-30
100 (0.15 mm)	2-10

La norma ASTM establece que la arena debe tener un módulo de fineza no menor que 2.3 ni mayor que 3.1 preferentemente.

El Módulo de fineza es igual a la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas Nº 4, 8, 16, 30, 50 y 100; dividido entre 100

Adicionalmente el % de partículas inconvenientes en el agregado fino no debe exceder lo siguiente:

- Lentes de arcilla y partículas desmenuzables 3%
- Material que pasa la malla # 200
 - a) Concretos sujetos a abrasión 3%
 - b) Otros concretos 5%
- Carbón
 - a) Cuando la apariencia superficial es importante 0.5 %
 - b) Otros concretos 1 %

Tabla 7.6 Resistencia requerida promedio a la compresión (f'_{ci}) cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar.	
Resistencia f'_c especificada	Resistencia f'_{ci} requerida
Menos de 210 kg/cm ²	$f'_c + 70$
210 a 345 kg/cm ²	$f'_c + 84$
más de 345 kg/cm ²	$f'_c + 98$

Tabla 7.7 Asentamiento o Slump recomendados para diversos tipos de estructuras		
Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y sub-estructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

El asentamiento puede ser incrementado en 1" para un método de compactación diferente al de vibración.

Tabla 7.8 * Agua en lt/m ³ , para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Contenido de aire atrapado en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

* Tabla confeccionada por el Comité 211 del ACI

Tabla 7.9
Contenido de aire incorporado y total

Tamaño nominal	Máximo	Contenido de aire total, en %		
		Exposición suave	Exposición moderada	Exposición severa
3/8"		4.5	6.0	7.5
1/2"		4.0	5.5	7.0
3/4"		3.5	5.0	6.0
1"		3.0	4.5	6.0
1 1/2"		2.5	4.5	5.5
2"		2.0	4.0	5.0
3"		1.5	3.5	4.5
6"		1.0	3.0	4.0

* El contenido de aire incorporado se determina restando del valor de esta tabla, el del aire atrapado.

Tabla 7.10 Relación agua - cemento por Resistencia		
$f'_{c,28}$ (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

Tabla 7.11 Relación agua - cemento por resistencia para diferentes tamaños de agregado grueso			
$f'_{c,28}$ (28 días)	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

Tabla 7.12 Relación agua-cemento por resistencia para diversos contenidos de aire total				
f'_{cr} (28 días)	2%	4%	6%	8%
140	0.76	0.71	0.67	0.60
175	0.67	0.62	0.58	0.51
210	0.60	0.55	0.51	0.45
245	0.53	0.49	0.45	0.37
280	0.49	0.45	0.40	0.33
315	0.45	0.40	0.36	0.29
350	0.40	--	--	--

* Tabla confeccionada por Stanton Walker en la Universidad de Maryland.

Tabla 7.13 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto				
Tamaño máximo del agregado	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Los volúmenes de agregado grueso corresponden a éste en condición seca y compacta, tal como se define en la norma C-29 del ASTM

Tabla 7.14 Porcentaje de Agregado Fino									
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Agregado redondeado				Agregado angular				
	Factor cemento expresado en sacos por metro cubico				Factor cemento expresado en sacos por metro cubico				
	5	6	7	8	5	6	7	8	
Agregado Fino – Modulo de Fineza de 2.3 a 2.4									
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58	
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48	
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41	
1"	40	37	34	32	47	44	42	40	
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37	
2"	36	33	31	29	43	40	38	36	
Agregado Fino – Modulo de Fineza de 2.6 a 2.7									
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64	
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53	
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44	
1"	42	39	37	35	49	46	44	42	
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40	
2"	37	35	33	32	45	42	40	38	
Agregado Fino – Modulo de Fineza de 3.0 a 3.1									
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73	
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59	
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48	
1"	47	44	41	38	55	52	49	46	
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44	
2"	42	38	36	34	49	46	44	42	

- Los valores de la tabla corresponden a porcentajes del agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.
- Los valores corresponden a agregado grueso angular en concretos de peso normal sin aire incorporado.

Tabla 7.15 Primera Estimación del peso del Concreto Fresco		
Tamaño Máximo Del agregado	Primera estimación del peso del concreto	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
3/8"	2285	2190
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355
2"	2445	2375
3"	2475	2400
6"	2505	2435

Los valores han sido calculados empleando 330 kg. de cemento por metro cúbico y asentamientos que corresponden a consistencias plásticas y agregados de peso específico promedio de 2.7

Tabla 7.16 Diseño por Mezclas de Prueba, para uso en pequeñas obras, recomendadas por el ACI					
Tamaño Máximo nominal	Mezcla	Peso aproximado en kg. /m ³			
		Cemento	Agregado Fino *		Agregado Grueso Grava o piedra partida
			Concreto con aire incorpo- rado. **	Concreto sin aire incorporado	
1/2" *	A	400	769	817	865
	B	400	737	785	897
	C	400	705	753	929
3/4"	A	368	721	785	993
	B	368	689	753	1025
	C	368	657	721	1057
1"	A	352	657	721	1121
	B	352	625	689	1153
	C	352	593	657	1185
1 1/2"	A	320	657	721	1202
	B	320	625	689	1234
	C	320	593	657	1266
2"	A	304	641	721	1266
	B	304	609	689	1298
	C	304	577	657	1330

Use la mezcla B correspondiente al tamaño del agregado grueso; si se observa que la mezcla tiene poca arena se cambia a la mezcla A y si tiene exceso de arena se cambia a la mezcla C...

Los pesos indicados en la tabla están basados en agregado fino seco o superficialmente seco. Si se emplea agregado mojado se incrementará el peso tabulado en 64 kg/m³.

Tabla 7.17

Colorantes del concreto (del 5 al 10% en peso de cemento)

Oxido de hierro negro
Oxido de hierro rojo
Oxido de hierro amarillo
Oxido negro de manganeso
Oxido verde de cromo
Oxido azul de Cobalto

CAPITULO 8

INSUMOS Y RENDIMIENTOS



8.00 INSUMOS Y RENDIMIENTOS

Tabla 8.1

Concretos y Morteros – Insumos por metro cúbico

Tabla 8.2

Encofrados – Insumos por metro cuadrado

Tabla 8.3

Muros. Insumos de Materiales por metro cuadrado

Tabla 8.4

Características de ladrillos y bloques para muros

Tabla 8.5

Tarrajeo de cielo rasos, paredes, vigas etc. – Insumos de materiales por metro cuadrado

Tabla 8.6

Revestimiento de Escaleras – Insumos de materiales por metro

Tabla 8.7

Coberturas – Insumos de material por metro cuadrado

Tabla 8.8

Enchapes – Insumos de materiales por metro cuadrado

Tabla 8.9

Zócalos – Insumos de materiales por metro lineal

Tabla 8.10

Pisos – Insumos de materiales por metro cuadrado

Tabla 8.11

Rendimiento diario de mano de obra para edificaciones

Tabla 8.12

Peso del acero de refuerzo por metro cúbico de concreto

Tabla 8.13

Concreto Asfáltico Típico

Tabla 8.1

Concretos y Morteros – Insumos por metro cúbico

		Cemento bolsas	Arena m ³	Piedra m ³	Hormigón m ³
Mortero Cemento-Arena	1 : 2	15	1.05	---	---
	1 : 3	12	1.10	---	---
	1 : 4	10	1.15	---	---
	1 : 5	8	1.20	---	---
	1 : 6	7	1.25	---	---
Concreto Cemento-Hormigón	1 : 6	6.30	---	---	1.25
	1 : 8	4.75	---	---	1.25
	1 : 10	3.70	---	---	1.25
	1 : 12	3.17	---	---	1.25
Concreto f' c (Para agregado grueso o 3/4"- 1")	140 kg/cm ²	8	0.50	0.65	---
	175	9	0.50	0.65	---
	210	10	0.50	0.65	---

Tabla 8.2 Encofrados – Insumos por metro cuadrado			
	Madera	Clavos	Alambre
Sobrecimientos	40	0.20	---
Vigas de Cimentación	40	0.20	0.20
Muros de contención	40	0.20	0.20
Cisterna	30	0.15	0.15
Columnas	40	0.20	0.20
Muros o Placas	40	0.20	0.20
Cajas de Ascensor	40	0.20	0.20
Vigas	50	0.25	0.25
Techos Aligerados	30	0.15	---
Losas	35	0.20	---
Escaleras	60	0.30	0.30
Tanques elevados	40	0.20	0.20

Tabla 8.3 Muros, Insumos de Materiales por metro cuadrado				
	Ladrillos Unds.	Cemento Bolsa	Cal Bolsa	Arena m3
De ladrillo de arcilla "King Kong" (14x10x24 cms) asentados con mortero Cemento-Arena gruesa 1:5				
De cabeza	56	0.42	---	0.06
De soga	35	0.20	---	0.03
De canto	25	0.15	---	0.02
Igual, con mortero Cemento-Cal-Arena gruesa 1:2:9				
De cabeza	56	0.23	0.23	0.06
De Soga	35	0.13	0.13	0.03
De canto	25	0.07	0.07	0.02
De ladrillo de arcilla "Pandereta" (12 x 10 x 24 cms) asentados con mortero cemento – arena gruesa 1: 5 . Acabado en bruto				
De cabeza	68	0.45	---	0.07
De soga	36	0.20	---	0.03
De ladrillo de arcilla corriente (12 x 06 x 24 cms) asentados con mortero cemento-arena gruesa 1:5, acabado en bruto				
De cabeza	110	0.55	---	0.09
De soga	55	0.25	---	0.04
De canto	33	0.15	---	0.02
Igual, con mortero Cemento-Cal-Arena 1:2:9. Acabado en bruto				
De cabeza	110	0.28	0.28	0.09
De soga	55	0.15	0.15	0.04
De canto	33	0.08	0.08	0.02
Igual, con mortero Cemento-Arena. Acabado cara vista				

De cabeza	120	0.60	---	0.09
De sogá	60	0.30	---	0.04
De ladrillo calcáreo "King kong" (14x10x25 cms) asentado con mortero Cemento-cal-arena 1:2:9				
De cabeza	56	0.23	0.23	0.06
De sogá	34	0.13	0.13	0.03
De canto	25	0.07	0.07	0.02
De ladrillo calcáreo "corriente estándar" (10.5x5.5x22 cms) asentado con mortero Cemento-cal-arena 1:2:9				
De cabeza	125	0.30	0.30	0.10
De sogá	60	0.15	0.15	0.04
De bloques de concreto vibrado (20x40x especificado en cms) asentado con mortero Cemento-Arena 1:5				
De 15 de ancho	12	0.20	---	0.04
De 20 de ancho	12	0.22	---	0.05
De 25 de ancho	12	0.25	---	0.06
Bloques Pacasmayo tipo KK 5 huecos 24 x 13 x 9 cms.				
De cabeza	66	0.20	---	0.04
De sogá	38	0.10	---	0.02
Bloques Pacasmayo tipo pared				
De 39 x 12 x 19 cms	12.5	0.18	---	0.04
De 39 x 14 x 19 cms	12.5	0.20	---	0.04

Tabla 8.4

Características de ladrillos y bloques para muros

Material	Tipo	Ancho	Alto	Largo	Peso en Kg.
De arcilla	Corriente	12	6	24	3
	King-kong	14	10	24	5 a 6
	Pandereta	12	10	24	2.5 a 3
	Icaro	11.5	9.5	24	3
Calcáreo	Corriente	10.5	5.5	22	2.5
	King-kong de 14	14	10	25	6
	King-kong de 12	12	10	25	5
	Tabique	9	12	24	4
Concreto Vibrado	Parva Domus de	15	20	40	14
	Igual	20	20	40	17
	Igual	25	20	40	22
	Igual	30	20	40	26
Concreto Vibrado	Bloque Pacasmayo	13	9	24	4.8
	Igual	19	12	39	10.6
	Igual	19	14	39	11.3

Tabla 8.5
Tarrajeo de cielo rasos, paredes, vigas etc – Insumos de materiales por metro cuadrado

	Cemento Bolsa	Cal Bolsa	Yeso Bolsa	Arena m ³
Cielorastos de yeso, con cintas	---	---	0.80	---
Cielorastos de yeso, con puntos	---	---	0.50	---
Cielorastos con mortero				
Cemento - Arena 1:4	0.16	---	---	0.02
Cemento-Cal-Arena 1:2:8	0.08	0.08	---	0.02
Enlucido de yeso en vigas	---	---	0.80	---
Tarrajeo frotachado en				
Vigas, Cemento-Arena 1:5	0.20	---	---	0.02
Muros interiores, C - A 1 : 5	0.14	---	---	0.02
Igual, Cemento-Cal-Arena 1:2:9	0.07	0.07	---	0.02
Columnas, Cemento-Arena 1:5	0.14	---	---	0.02
Columnas, Cemento-Cal-Arena 1:2:9	0.07	0.07	---	0.02
En fachadas, Cemento - Arena 1:5	0.14	---	---	0.02
Igual, Cemento-Cal-Arena 1:2:9	0.07	0.07	---	0.02

Tabla 8.6
Revestimiento de Escaleras – Insumos de materiales por metro

	Cemento Bolsa	Arena m ³	Oxido Kg.
Vestidura de paso y contrapaso			
Mezcla 1:4 acabado planchado	0.10	0.01	
Vestidura de paso y contrapaso			
Con mortero de cemento coloreado			
acabado planchado	0.10	0.01	0.05

Tabla 8.7 Coberturas – Insumos de material por metro cuadrado				
	Ladrillos Unid.	Cemento Bolsa	Arena m ³	Tierra m ³
De ladrillo pastelero asentado sobre torta de barro	17	0.05	0.004	0.03
Igual, sobre mortero Cemento-arena 1:5	17	0.20	0.02	
De torta de barro				0.05
De tejas de arcilla (36x18x15 cms)	30	0.50		0.06

Tabla 8.8 Enchapados – Insumos de materiales por metro cuadrado				
	Mayólica m ²	Cemento Bolsa	Arena m ³	Porcelana Kg.
De mayólica 11 x 11 cms Mortero Cemento-Arena 1:4	1.05	0.16	0.02	0.25
De mayólica de 15 x 15 cms Mortero Cemento-Arena 1:4	1.05	0.16	0.02	0.15
De pepelma	1.05	0.16	0.02	0.50
Cerámico de fachada	1.05	0.20	0.03	0.25

Tabla 8.9 Zócalos – Insumos de materiales por metro lineal			
	Zócalo	Cemento Bolsa	Arena m ³
De losetas. Alto 10 cm	1.05	0.02	0.002
De mortero Cemento-Arena 1:4 de alto 10 cm.		0.02	0.002
Igual, Alto 20 cm.		0.04	0.004
Igual, Alto 30 cm.		0.06	0.006

Tabla 8.10 Pisos – Insumos de materiales por metro cuadrado						
	Losetas o Cemento mayólica		Arena m ³	Piedra m ³	Hormigón (1) m ³	(1) Kg
	m ²	Bolsa				
De losetas de 20x20 cm. con mortero Cemento-arena 1:5	1.05	0.20	0.03	---	---	---
Igual, losetas 30x30	1.05	0.20	0.03	---	---	---
Igual, losetas 40x40	1.05	0.20	0.03	---	---	---
Capa base para pisos de terrazo	---	0.20	0.04	---	---	---
Capa base para pisos de terrazo flotante	---	0.35	0.055	---	---	---
Piso de concreto de 10 cm. concreto de Cemento-Hormigón 1:8 y pasta de Cemento-Arena 1:2	---	0.55	0.01	---	0.125	---
Piso de concreto de 10 cm. concreto f'c 140 kg/cm ² y pasta de Cemento-Arena 1:2	---	0.80	0.045	0.09	---	---
Igual, con aditivo endurecedor de superficie	---	0.80	0.045	0.09	---	5
De concreto de 5 cm, vaciado sobre losa o falso piso de concreto Cemento-hormigón 1:8 y pasta 1:2	---	0.30	0.045	---	0.06	---
De concreto coloreado de 5 cm, vaciado sobre losa o falso piso, base Cem.-Arena 1:5 y capa de acabado de 1.5 cm	---	0.35	0.05	---	0.06	---
De mayólica de 11x11 cms. con mortero Cemento-Arena 1:3	1.05	0.30	0.03	---	---	0.25
Igual con mayólica 15x15 cms	1.05	0.30	0.03	---	---	0.15
De gres cerámico de 10x10 cms. con mortero Cemento-Arena 1:4	1.05	0.25	0.04	---	---	1
De Baldosas cerámicas, varias formas con mortero Cemento-Arena 1:4	1.05	0.25	0.04	---	---	---
Capa base para pisos de lajas de piedra	---	0.40	0.05	---	---	---
Capa base para pisos de canto rodado	---	---	0.40	0.05	---	---

(1) Preparado para fragua de juntas u Oxido para pisos coloreados.

Tabla 8.11

Rendimiento diario de mano de obra para edificaciones

Partida	Personal base			Rendimiento	
	OP.	Of.	Pe.	Cant.	Und
Movimientos de tierras					
Excavación de cimientos hasta					
1 m de profundidad			1	4	m ³
1.4 m de profundidad			1	3.5	m ³
1.7 m de profundidad			1	3	m ³
Relleno y compactado			1	7	m ³
Nivelación y refino	1	1	2	120	m ²
Obras de Concreto					
Concreto (Dosificación, batido, transporte y colocación)					
Cimientos de concreto ciclópeo	2	2	8	25	m ³
Cimientos de concreto armado	2	2	8	20	m ³
Sobrecimiento concreto ciclópeo	2	2	8	10	m ³
Sobrecimiento concreto armado	2	2	8	10	m ³
Falsa zapata	2	2	8	25	m ³
Solados para zapatas	2	1	8	100	m ²
Zapatas	2	2	8	25	m ³
Vigas de cimentación	2	2	8	25	m ³
Muros de contención	2	2	10	12	m ³
Cisternas	2	2	10	12	m ³
Columnas	2	2	10	10	m ³
Cajas de ascensores	2	2	10	10	m ³
Placas y muros	2	2	10	10	m ³
Vigas	3	3	12	25	m ³
Losas	3	3	12	25	m ³
Techos aligerados	3	3	12	25	m ³
Escaleras	2	2	10	10	m ³
Tanques elevados	2	2	10	10	m ³
Habilitación, transporte y colocación del acero de refuerzo	1	1		250	Kg
Encofrados					
Sobrecimiento	1	1		20	m ²
Vigas de cimentación	1	1		12	m ²
Muros de contención	1	1		12	m ²
Cisterna	1	1		10	m ²
Columnas	1	1		10	m ²
Columnas concreto expuesto	1	1		8	m ²
Muros	1	1		12	m ²

Partida	Personal base			Rendimiento	
	OP.	Of.	Pe.	Cant.	Und.
Muros concreto expuesto	1	1		10	m ²
Cajas de ascensor	1	1		12	m ²
Vigas	1	1		10	m ²
Vigas concreto expuesto	1	1		8	m ²
Techos aligerados	1	1		16	m ²
Losas	1	1		12	m ²
Losas concreto expuesto	1	1		10	m ²
Escaleras	1	1		6	m ²
Tanque elevado	1	1		10	m ²
Muros de albañilería					
Muros de ladrillo de arcilla tipo king-kong					
De cabeza	1		3/4	7	m ²
De soga	1		3/4	9	m ²
De canto	1		3/4	11	m ²
Muros de ladrillo corriente de arcilla					
De cabeza	1		3/4	4.6	m ²
De soga	1		3/4	6	m ²
De canto	1		3/4	8	m ²
De cabeza una caravista	1		3/4	3.7	m ²
De soga una caravista	1		3/4	4.8	m ²
De cabeza dos caravistas	1		3/4	2.8	m ²
De soga dos caravistas	1		3/4	3.6	m ²
Muros de bloques de concreto vibrado					
De 0.15 de ancho	1		3/4	12	m ²
De 0.20 de ancho	1		3/4	10	m ²
De 0.25 de ancho	1		3/4	8	m ²
Tarrajeado de paredes y cielorاسos					
Empastado de yeso sin cintas	1		1/3	13	m ²
Empastado de yeso con cintas	1		1/3	10	m ²
Cieloraso con mortero	1		1/3	8	m ²
Enlucido de yeso en vigas	1		1/3	8	m ²
Tarrajeo frotachado en vigas	1		1/3	6	m ²
Tarrajeo frotachado en muros interiores	1		1/3	15	m ²
Tarrajeo en columnas	1		1/3	8	m ²
Tarrajeo de fachadas	1		1/3	10	m ²
Pisos					
Falso piso de 4"	2	1	6	120	m ²
Falso piso de 3"	2	1	6	150	m ²
Contrapiso de 4 cm	1	2	6	100	m ²

Partida	Personal base			Rendimiento	
	OP.	Of.	Pe.	Cant.	Und
Asentado de losetas de 20x20 cms	1		1/2	9	m ²
Asentado de losetas de 30x30 cms	1		1/2	10	m ²
Asentado de losetas de 40x40 cms	1		1/2	12	m ²
De concreto de 10 cms	2	2	8	100	m ²
De concreto de 5 cms sobre losa	1	2	6	100	m ²
De concreto coloreado	1	2	6	80	m ²
De vinílico	1			32	m ²
De parquet	1		1/2	8	m ²
De mayólica de 11x11 cms	1		1/3	4	m ²
De gres cerámica de 10x10 cms	1		1/3	6	m ²
De baldosas cerámicas	1		1/3	6	m ²
Enchapes y zócalos					
De mayólica de 11x11 cms	1		1/3	3	m ²
De mayólica de 15x15 cms	1		1/3	4	m ²
De pepelma	1		1/3	2	m ²
Zócalo de loseta de 10 cm	1		1/3	18	m
Zócalo de cemento de 10 cm	1		1/3	24	m
Zócalo de cemento de 30 cm	1		1/3	17	m
Revestimiento de pasos de escalera					
Vestidura de paso y contrapaso	1		1/2	6	m
Igual coloreado	1		1/2	5	m
Coberturas e impermeabilizaciones					
De ladrillo pastelero		1	1	16	m ²
De torta de barro		1	2	40	m ²
De tejas sobre losa de concreto		1	1/2	7	m ²

Tabla 8.12

Peso del acero de refuerzo por metro cúbico de concreto

Vigas rectangulares (sin incluir losa)	90 – 110 Kg
Vigas T maestras, incluyendo losas	60 – 75
Viguetas de concreto	55 – 75
Losas planas	25 – 60
Columnas	170 – 275
Cimientos	30 – 45

Tabla 8.13 Concreto Asfáltico Típico		
Componente	% Peso	% Volumen
Asfalto	6	14.4
Agregado grueso	53	43.7
Agregado fino	35	33.4
Polvo mineral	6	4.9
Aire	0	3.6

CAPÍTULO 9

TABLAS DE USO GENERAL



9.0 TABLAS DE USO GENERAL

TABLA 9.1

ÁREAS Y VOLUMENES

TABLA 9.2

MOMENTOS DE INERCIA "I" Y MÓDULO DE SECCIÓN "S"

TABLA 9.3

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL INTERÉS COMPUESTO

TABLA 9.4

MEDIDAS EQUIVALENTES DE LONGITUD

TABLA 9.5

MEDIDAS EQUIVALENTES DE SUPERFICIE

TABLA 9.6

MEDIDAS EQUIVALENTES DE VOLUMEN Y CAPACIDAD

TABLA 9.7

MEDIDAS EQUIVALENTES DE MASA Y PESO

TABLA 9.8

MEDIDAS EQUIVALENTES – FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE LONGITUD

TABLA 9.9

MEDIDAS EQUIVALENTES DE FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE. PRESIÓN

TABLA 9.10

MEDIDAS EQUIVALENTES DE FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE VOLUMEN. DENSIDAD

TABLA 9.11

MEDIDAS EQUIVALENTES : ENERGÍA, TRABAJO, CALOR

TABLA 9.12

MEDIDAS EQUIVALENTES : FUERZA, DURACIÓN DE LA ENERGÍA Y CALOR

TABLA 9.13

MEDIDAS EQUIVALENTES: VELOCIDAD Y ACCELERACIÓN

TABLA 9.14

MEDIDAS EQUIVALENTES VARIAS

TABLA 9.15

CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS DE CONSTRUCCIÓN

TABLA 9.16

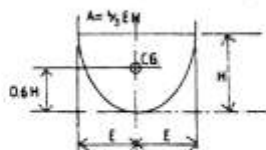
UNIDADES DE LAS MAGNITUDES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

TABLA 9.17

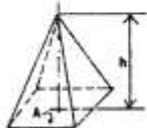
LA HORA EN EL MUNDO CUANDO SON LAS 12.00 (HORAS) EN LIMA

Tabla 9.1
Áreas y volúmenes

Parábola



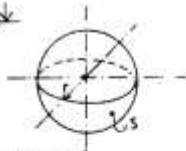
Pirámide
 $V = Ah/3$



Cono
 $V = \pi r^2 h/3$
 $S = \pi r a$



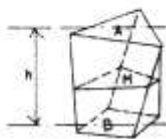
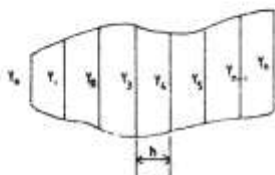
Esfera
 $V = 4\pi r^3/3$
 $S = 4\pi r^2$



Área y Volúmen irregular

$$A = h[(y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots)]/3$$

$$V = h(A + B + 4M)/6$$



SECTOR CIRCULAR:

$$\text{Area} = \frac{\pi r^2 A^\circ}{360} = \frac{\text{Arco} \times \text{Radio}}{2}$$

$$C = 2\sqrt{2br - b^2} = 2r \sin \frac{A}{2}$$

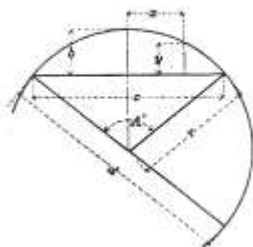


Tabla 9.2
Momentos de Inercia I y Módulo de sección S

	$I_x = bh^3/12$ $S_x = bh^2/6$		$I_y = h^4/12$ $S_y = 0.1179h^3$
	$I_x = (BH^3 - bh^3)/12$ $S_x = (BH^3 - bh^3)/6H$		
	$I_x = bh^3/36$ $S_x = bh^2/12$ $S_z = bh^2/24$		$I_x = 0.5413a^4 = 0.0601d^4$ $S_x = 0.5413a^3 = 0.1041d^3$ $S_z = 0.6250a^3 = 0.1203d^3$
	$I_x = h^3(a^2 + 4ab + b^2)/36(a+b)$ $S_x = h(a+2b)/3(a+b)$ $S_y = I_x/h_x$ $S_z = I_x/h_z$		$I_x = \pi d^4/64$ $S_x = \pi d^3/32$
	$I_x = \pi(D^4 - d^4)/64$ $S_x = 2I_x/D$		$I_x = 0.1098r^4$ $S_x = 0.1905r^3$ $S_z = 0.2587r^3$ $h_i = 0.4244r$
	$I_x = I_y = 0.0549r^4$ $S_x = 0.1296r^3$ $S_z = 0.0956r^3$		$I_x = I_y = 0.00754r^4$ $S_x = 0.0097r^3$ $S_z = 0.0338r^3$ $A = r^2(1 - \pi/4)$

TABLA 9.3
FORMULAS PARA EL CALCULO DEL INTERES COMPUESTO

Valor Presente (P)	
Valor Futuro (F)	
Amortización o Renta del periodo (A)	
Periodo de Capitalización (n)	
Tasa de interés para el periodo de capitalización expresada como decimal (i)	
$F = P(1+i)^n$	$P = A[(1+i)^n - 1] / i(1+i)^n$
$P = F / (1+i)^n$	$A = F i / [(1+i)^n - 1]$
$F = A[(1+i)^n - 1] / i$	$A = P i (1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$

TABLA 9.4
MEDIDAS EQUIVALENTES DE LONGITUD

Metros (m)	Pulgadas (pulg. Inches, in.)	Pies (Feet, ft)	Yardas (yards, Yd.)	Perchas (Rods, r.)	Cadenas (Chains, ch.)	Millas de los Est. Unidos	
						Terrestre (Statute)	Náutica
1	39.37	3.28083	1.09361	0.19884	0.04971	0.0006214	0.0005396
0.02540	1	0.08333	0.02778	0.00505	0.00126	0.0000158	0.0000137
0.30480	12	1	0.33333	0.06061	0.01515	0.0001894	0.0001645
0.91440	36	3	1	0.18182	0.04545	0.0005682	0.0004934
5.02921	198	16.5	5.5	1	0.25	0.003125	0.002714
20.1168	792	66	22	4	1	0.01250	0.01085
1609.35	63360	5280	1760	320	80	1	0.86839
1853.25	72962.5	6080.20	2026.73	368.497	92.1243	1.15155	1
1000	39370	3280.83	1093.61	198.838	49.7096	0.62137	0.53959

1 metro (m) = 10 decímetros (dm) = 100 centímetros (cm.) = 1000 milímetros (mm.)
 1 metro (m) = 0.1 decámetro (dm) = 0.01 hectómetro (hm) = 0.001 kilómetro (Km).
 1 metro (m) = 39.37 pulgadas. Normales de los E.U. = 39.370113 pulgadas. Normales Británicas
 1 milímetro (mm.) = 1000 micrones (μ) = 0.03937 pulgadas = 39.37 milésimos de pulgada (mils.)

1 yarda, E. U. (yd.) = 1.0000029 yardas británicas.
 1 yarda Británica = 0.9999971 yardas de los Estados Unidos.
 1 Cadena Gunter = 100 eslabones
 1 cable E. U. = 120 brazas = 720 pies = 219.457 metros
 1 legua, E. U. = 3 millas terrestres = 4827.9456 metros
 1 milla geográfica internacional = 1/15° en el Ecuador = 7422 metros = 4 611 808 millas terrestres E.U.
 1 milla náutica internacional = 1/60° sobre el meridiano = 1852 m = 0.999326 millas náuticas, E.U.
 1 milla náutica de los E. U. = 1/60° de la circunferencia de una esfera de superficie igual a la tierra = 6080.27 pies = 1.15155 millas terrestres = 1853.27 metros
 1 milla náutica Británica = 6080 pies = 1.1512 millas terrestres = 1853.19 metros

1 vara = 835.9 mm.
 1 Brasa = 1.828 m.

ANÁLISIS Y DISEÑO CON SAP 2000 Y SAFE
MANUAL DE FORMULARIO PARA INGENIEROS

TABLA 9.5 MEDIDAS EQUIVALENTES DE SUPERFICIE							
Metros Cuadrados (m ²)	Pulg. Cuadr. (pulg.2) (Sq. Inches) sq.ft)	Pies Cuadr. (pies2) (Sq. Feet) Sq. fit	Yardas Cuadrados (Sq. Yards) sq.yd)	Perchas Cuadradas (Sq. Rods) sq.r)	Acres (Acres.A)	Hectáreas Ha	Millas Cuadradas Terrestres (Statute)
1	1550.00	10.7639	1.19599	0.03954	0.0002471	0.0001	0.0000003861
0.0006452	1	0.006944	0.0007718	0.00002551	0.0000001594	0.0000000645	0.000000000249
0.09290	144	1	0.11111	0.003873	0.00002296	0.00000929	0.00000003587
0.83613	1296	9	1	0.03306	0.0002066	0.00008361	0.0000003228
25.2930	39204	272.25	30.25	1	0.00625	0.002529	0.000009766
4046.87	6272640	435.00	48.40	160	1	0.40469	0.001563
10000	1549969	1076.39	11959.9	395.366	2.47104	1	0.003861
2589999		27878400	3097600	102400	640	259.000	1
1000000		10763867	1195985	39536.6	247.104	100	0.38610
1 metro cuadrado (m ²) = 100 decímetros cuadrados (dm ²) = 10.000 centímetros cuadrados (cm ²) 1 metro cuadrado (m ²) = 0.01 área(a) = 0.0001 hectárea (ha) 1 milímetro cuadrado (mm ²) = 0.01 cm ² = 0.00155 pulgadas cuadradas (pulg ²) 1 área (a) = 1 decámetro cuadrado = 0.0247104 acres 1 rod. Pole. O percha cuadrada = 625 eslabones cuadrados = 1/160 de acre 1 cadena Gunter cuadrada = 16 perchas cuadradas = 1/10 de acre 1 acre = 4 "roods" cuadrados							

TABLA 9.6 MEDIDAS EQUIVALENTES DE VOLUMEN Y CAPACIDAD								
Litros (l) Ó Decímetros Cúbicos (dm ³)	Pulgadas Cúbicas (Pulg ³) (Cubic. Inches) (cu, in)	Pies Cúbicos (pies ³) (Cubic Feet, cu fit)	Yardas Cúbicas (Cubic Yards, cu yd)	Cuartillos (U.S Quarts)		Galones (U.S. Gallones)		"Bushels" (U.S bu)
				Líquidos (l.qt)	Sólidos (d.qt)	Líquidos (l.gal)	Sólidos (d.gal)	
1	61.0234	0.03531	0.001308	1.05668	0.90808	0.26417	0.22702	0.02838
0.01639	1	0.0005787	0.00002143	0.01732	0.01488	0.004329	0.00372	0.000465
28.3170	1728	1	0.03704	29.9221	25.7140	7.48055	6.42851	0.80356
764.559	466.56	27	1	807.896	694.279	201.974	173.570	21.6962
0.94636	57.75	0.03342	0.001238	1	0.85937	0.25	0.21484	0.02686
1.10123	67.2006	0.03889	0.001440	1.16365	1	0.29091	0.25	0.03125
3.78543	231	0.133.68	0.004951	4	3.43747	1	0.85937	0.10742
4.40492	268.803	0.15556	0.005761	4.65460	4	1.16365	1	0.125
35.2393	2150.42	1.24446	0.04609	38.2368	32	9.30920	8	1
1 metro cúbico (m ³) = 1000 decímetros cúbicos (dm ³) = 1.000.000 centímetros cúbicos (cm ³) 1 litro (L) = 10 decilitros (dl) = 100 centilitros (cl) = 1.000 mililitros (ml) = 1.000 centímetros cúbicos (cm ³) 1 litro (L) = 0.1 decalitro (dL) = 0.01 hectolitro (HL) = 1 decímetro cúbico (dm ³) Medidas para sólidos (E.U): 1 bushel = 4 pecks = 8 galones = 31 cuartillo = 64 pintas Medidas para líquidos (E.U) = 1 galón = 4 cuartillos = 8 intas = 32 gills = 128 onzas fluidas Medidas para drogas (E.U) = 1 onza fluida (f ³) = 8 dracmas (f ³) = 480 mínimas (m) = 29.574 centímetros Cúbicos (cm3) 1 galón imperial inglés para líquidos y sólidos = 1.03202 galones (sólidos) de los E.U. = 1.200091 galones (líquidos) de los E.U. 1 galón imperial ingles = 277.410 pulg2 = 4545.9631 cm3 Peso de agua a su máxima densidad 4°C; 45° de latitud al nivel del mar. 1 pie3= 62.4283 lbs.av= 28.317 Kgs 1 pulg = 0.57804 av = 16.3872 gramos 1 galón (EU líquidos) = 8.34545 lbs = 3.78543 Kgs 1 galón imperial inglés = 10.0221 lbs = 4.5459631 Kgs. 1 barril (Petróleo) = 158.9826 litros = 42 galones E.U.								

TABLA 9.7
MEDIDAS EQUIVALENTES DE MASA Y PESO

Kilogramos	Granos	Onzas		Libras		Toneladas		
		Troy (oz. t.)	Avoirdupois (oz. av.)	Troy (lb. t.)	Avoirdupois (lb. av.)	Neto o Corta 2000 lbs.	Bruta o larga 2240 lbs.	Métrica 1000 kgs.
1	15432.4	32.1507	35.2740	2.6923	2.20462	0.001102	0.0009842	0.001
0.000045	1	0.002083	0.002286	0.000738	0.0004143	0.000000714	0.000000638	0.000000045
0.00110	260	1	1.09714	0.08333	0.06857	0.0006429	0.0006366	0.0006110
0.00215	337.5	0.91146	1	0.07515	0.06250	0.0005125	0.0005070	0.0004935
0.2724	5760	12	13.1657	1	0.82289	0.004114	0.003954	0.0038732
0.45359	3000	14.5813	16	1.31528	1	0.00250	0.002444	0.0024050
907.185	14000000	29166.7	32000	2410.56	2000	1	0.89286	0.90719
1000 kg	15000000	32666.7	35940	2722.32	2240	1.12	1	1.01605
1000	15432256	32150.7	35274.0	2692.3	2204.62	1.10231	0.98421	1

1 gramo (g.) = 10 decigramos (dg.) = 100 centigramos (cg.) = 1000 miligramos (mg.)
1 gramo (g.) = 0.1 decagramo (dg.) = 0.01 hectogramo (hg.) = 0.001 kilogramo (kg.).
1 kilogramo (Kg) = 1 litro ó dm.³ de agua a 4° C, 45° de latitud y al nivel del mar = 15432.35639 granos (E. U. ó Británicos).
1 onza (avoirdupois) = 16 dracmas, av.
1 onza (troy) = 20 escrúpulos (pennyweight, dwt.).
1 onza (apothecary, ℥) = 8 dracmas (℥) = 24 escrúpulos (℥) = 480 granos (gr.) = 31.1035 gramos (g.).
1 quintal (hundredweight) = 1/20 tonelada (long ton) = 4 cuartos = 8 stone = 112 lbs. = 50.8024 kilogramos (kg.).

TABLA 9.8
MEDIDAS EQUIVALENTES – FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE LONGITUD

Gramos por Centímetro (g./cm.)	Granos por Pulgada (gr./pulg.)	Libras por Pulgada (lbs./pulg.)	Libras por Pie (lbs./pie)	Libras por Yarda (lbs./yd.)	Kilogramos por Metro (kgs./m.)	Toneladas Netas por Milla	Toneladas Brutas por Milla	Toneladas Métricas, 1000 kgs. por Kilómetro
1	39.1983	0.005600	0.06720	0.20159	0.10	0.17740	0.15839	0.10
0.02551	1	0.0001429	0.001714	0.005143	0.002551	0.004526	0.004041	0.002551
178.579	7000	1	12	36	17.8579	31.6800	28.2857	17.8579
14.8816	583.333	0.08333	1	3	1.48816	2.64000	2.35714	1.48816
4.96054	194.444	0.02778	0.33333	1	0.49605	0.88000	0.78571	0.49605
5.63698	220.960	0.03157	0.37879	1.13636	0.56370	1	0.89286	0.56370
6.31342	247.475	0.03535	0.42424	1.27273	0.63134	1.12	1	0.63134
10	391.983	0.05600	0.67197	2.01591	1	1.77400	1.58393	1

1 dina por cm. = 0.00101979 g./cm. = 0.000183719 poundals/pulg.
1 gramo por cm. = 980.5966 dinas/cm. = 0.180154 poundals/pulg.
1 "poundal" por pulg. = 544.311 dinas/cm. = 5.55081 g./cm. = 0.0310832 pound/pulg.

ANÁLISIS Y DISEÑO CON SAP 2000 Y SAFE
MANUAL DE FORMULARIO PARA INGENIEROS

TABLA 9.9 MEDIDAS EQUIVALENTES DE FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE SUPERFICIE								
Kilogramos por Centímetro Cuadrado (Kgs/cm ²)	Libras por Pulgada Cuadrada (lbs/pul ²)	Libras por Pie Cuadrado (lbs/pie ²)	Toneladas Netas 2000 Lbs. Por pie Cuadrado	Atmósferas 700 mm	Columnas de Mercurio Hg. 1359593 P. Esp		Columnas de Agua Densidad Max. 4°C	
					Milímetros	Pulgadas	metros	Pies
1	14.2234	2048.17	1.02408	0.96778	735.514	28.9572	10	32.8083
0.07031	1	144	0.07200	0.06804	51.7116	203.588	0.70307	2.30665
0.0004882	0.006944	1	0.00050	0.0004725	0.35911	0.01414	0.004882	0.01602
0.97648	13.8889	2000	1	0.94502	718.246	28.2762	0.76482	32.0365
1.03329	14.6969	2116.35	1.05818	1	760	29.9212	10.3329	33.9006
0.001360	0.01934	2.78468	1.001392	0.001316	1	0.03937	0.01360	0.04461
0.03453	0.49119	70.7310	0.03537	0.03342	25.4001	1	0.34534	2.13299
0.10	1.42234	204.817	0.10241	0.09678	73.5514	289572	1	3.28083
0.03048	0.43353	62.4283	0.03121	0.02950	22.4185	0.88262	0.30480	1
1 dina por cm ² = 0.00101979 g/cm ² = 0.00046646 pulgadas/ pulg ²								
1 gramo por cm ² = 980.5966 dinas / cm ² = 0.457592 pulgadas/pulg ²								
1 poundal por pulg ² = 2142.95 dinas/cm ² = 2.18536 gr/cm ² = 0.0310832 pound/pulg ² .								

TABLA 9.10 MEDIDAS EQUIVALENTES DE FUERZAS O PESOS POR UNIDAD DE VOLUMEN DENSIDAD								
Gramos por Centímetro Cúbico (g/cm ³)	Libras por Pulgada Cúbica (lbs/pulg ³)	Libras por Pie Cúbico (lbs/pi ³)	Libras por Yarda Cúbica (lbs/yard ³)	Kilogramos Por Metro Cúbico (Kg/m ³)	Libras por Bushel	Libras por Galón Sólidos E.U.	Libras por Galón Líquido E.U.	Kilogramos por Hectolitro (Kgs/Hl)
1	0.03613	62.4283	1685.56	1000	77.6893	9.71116	8.34545	100
27.6797	1	1728	466.56	27679.7	2150.42	268.803	231	276.97
0.01602	0.0005787	1	27	16.0184	1.24446	0.15556	0.13368	1.60184
0.0005933	0.00002143	0.03704	1	0.59327	0.04609	0.005762	0.004951	0.05933
0.001	0.00003613	0.06243	1.68556	1	0.07769	0.009711	0.008345	0.10
0.01287	0.0004650	0.80356	21.6962	12.8718	1	0.125	0.10742	1.28718
0.10297	0.003720	6.42851	173.570	102.974	8	1	0.85937	10.2974
0.11983	0.004329	7.48052	201.974	119.826	9.30920	1.16365	1	11.9826
0.01	0.0003613	0.62428	16.8557	10	0.77689	0.09711	0.08345	1
1 dina por cm ³ = 0.00101979 g/cm ³ = 0.00118528 poundal/ pulg ³								
1 gramo por cm ³ = 980.5966 dinas / cm ³ = 1.162283 poundal/pulg ³								
1 poundal por pulg ³ = 843.683 dinas/cm ³ = 0.860378 gr/cm ³ = 0.0310832 pound/pulg ³ .								

TABLA 9.11 MEDIDAS EQUIVALENTES : ENERGIA, TRABAJO, CALOR								
Kilogrametros (Kg-m)	Libras Pie (Lbs- pie)	Caballo de Fuerza por Hora		Poncelet Horas (100 Kg-m-h)	Kilovatio Horas (Kw-h)	Joules 1000000 ergs (j-s)	Unidades Térmicas	
		E.U. (H.P-h)	Métrico (75Kg-m-h)				Británica (British Thermal Unit b.t.u)	Calorías (Kg-cal)
1	7.23300	0.000003704	0.000003704	0.000002778	0.000002724	9.80597	0.009296	0.002342
0.13826	1	0.0000005051	0.0000005121	0.0000003840	0.0000003766	1.35573	0.001285	0.0003239
273745	1980000	1	1.01387	0.76040	0.74565	2684.340	2544.65	641.240
270000	1952910	0.98632	1	0.75	0.73545	2647610	2509.83	632.467
360000	2603880	1.31509	1.33333	1	0.98060	3530147	3346.44	843.289
367123	265.5403	1.3411	1.35972	1.01979	1	3600000	3412.66	859.975
0.10198	0.73761	0.0000003725	0.0000003777	0.0000002883	0.0000002778	1	0.0009480	0.0002389
107.577	778.104	0.0003930	0.0003984	0.0002988	0.000002930	1054.90	1	0.25200
426.900	3087.77	0.001559	0.001581	0.001186	0.001163	4186.17	3.96832	1
1 dina – centímetro = 1 erg = 0.00101979 gramos – centímetros = 0.00000737612 libras - pie								
1gramos – centímetro = 980.5966 ergs = 0.00007233 libras - pie								
1 libra - pie = 13557300 ergs = 13825.5 gramos – centímetros.								

TABLA 9.12
MEDIDAS EQUIVALENTES : FUERZA, DURACION DE LA ENERGIA Y CALOR

Kilogramet ros por segundo (kg-m/s)	Libras-lie por segundo (lbs. pie/s.)	Caballo de fuerza		Poncellet (100 kg- m/s)	Kilovatio (kw-)	Vatios (1000000 erg/s)	Unidades Térmicas por segundo	
		H U (550 lbs.- pie/s.)	Metroco (75 kg-m/s)				Británicas (B.t.u.)	Calorias (kg.-cal/s.)
1	7.23300	0.01315	0.01333	0.01	0.009806	9.80597	0.009206	0.002342
0.13826	1	0.001818	0.001843	0.001383	0.001356	1.35573	0.001285	0.0003237
76.0404	550	1	1.01387	0.76040	0.74565	745.650	0.70685	0.17812
75	542.175	0.88632	1	0.75	0.73545	735.448	0.69718	0.17569
100	723.300	1.31509	1.33333	1	0.98060	980.597	0.92957	0.23425
104.979	737.612	1.34111	1.35972	1.01979	1	1000	0.94796	0.23888
0.10198	0.73761	0.001341	0.001360	0.001020	0.001	1	0.0009480	0.0002389
107.577	778.104	1.41474	1.43436	1.07577	1.05490	1054.90	1	0.25200
426.900	3087.77	5.61412	5.69200	4.26900	4.18617	4186.17	3.96832	1

1 erg por segundo = 1 dina-cm/s = 0.00101979 g-cm/s = 0.0000000737612 lbs-pie/s
 1 gramo-centimetro por segundo = 980.596 erg/s = 0.00007238 lbs.-pie/s
 1 lb.-pie por segundo = 13557300 erg/s = 13825.5 g.-cm/s.

TABLA 9.13
MEDIDAS EQUIVALENTES: VELOCIDAD Y ACCELERACION

Metros por Segundo (m/s)	Pies por segundo (Pies/s)	Millas por Hora (M/h)	Nudos por Hora E.U.	Kilómetros por Hora (km/h)	Metros por seg./seg. (m/s/s ó m/s ²)	Pies por seg./seg. (pies/s/s ó pies/s ²)	Millas por hora/seg. (M/h-s)	Kilómetros por hora/seg. (km/h-s)
1	3.28083	2.23693	1.94254	3.6				
0.30480	1	0.68182	0.59209	1.09728				
0.44704	1.46667	1	0.86839	1.60935				
0.51479	1.68894	1.15155	1	1.85325				
0.27778	0.91134	0.62137	0.53959	1				
					1	3.28083	2.23693	3.6
					0.30480	1	0.68182	1.09728
					0.44704	1.46667	1	1.60935
					0.27778	0.91134	0.62137	1

1 kiloe = 1 cm/s = 0.0328083 pies/s.
 1 radiante por segundo = 57.2958 grados/s. = 0.159155 revoluciones por segundo
 1 gravedad = 980.596 cm/s/s = 32.1717 pies/s/s.

TABLA 9.14
MEDIDAS EQUIVALENTES VARIAS

Medidas Angulares

60 segundos = 1 minuto

60 minutos = 1 Grado

30 grados = 1 señal

90 grados = 1 cuadrante

La rotación de la tierra es de 15° en 1 hora, por lo tanto 1° es igual a 4 minutos.

Velocidad de la luz = 300.000 km/seg.

Velocidad del sonido = 360 m/seg

TABLA 9.15 CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS

No.	Diámetro		Perim.	Peso		ÁREA EN CENTÍMETROS CUADRADOS (Según número de barras)											
	Pulg.	Cms.		Kg/ml	Barra kgr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1/4	0.635	2	0.25	2.30	0.32	0.64	0.96	1.28	1.60	1.92	2.24	2.56	2.88	3.20	3.52	3.84
3	3/8	0.953	3	0.58	5.30	0.71	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26	4.97	5.68	6.39	7.10	7.81	8.52
4	1/2	1.270	4	1.02	9.30	1.29	2.58	3.87	5.16	6.45	7.74	9.03	10.32	11.61	12.90	14.19	15.48
5	5/8	1.587	5	1.60	14.60	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
6	3/4	1.905	6	2.26	20.70	2.84	5.68	8.52	11.36	14.20	17.04	19.88	22.72	25.56	28.40	31.24	34.08
8	1	2.540	8	4.04	37.00	5.10	10.20	15.30	20.40	25.50	30.60	35.70	40.80	45.90	51.00	56.10	61.20
11	1 3/8	3.581	11.20	7.9	72.70	10.06	20.12	30.18	40.24	50.30	60.36	70.42	80.48	90.54	100.60	106.66	120.72

TABLA 9.16
UNIDADES DE LAS MAGNITUDES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS

Magnitud	Fórmula determinante	Fórmula dimensional		Unidad		
		SI y CGS	MKSgfs	SI	CGS	MKSgfs
Longitud	l	L	L	m	cm	m
Masa	$m = F/a$	M	$L^{-1} FT^2$	kg	g	$i = u.t.m. = kg.f.s^2/m$
Tiempo	t	T	T	s	s	s
Área	$S = l^2$	L^2	L^2	m ²	cm ²	m ²
Volumen	$V = l^3$	L^3	L^3	m ³	cm ³	m ³
Ángulo plano	$\varphi = l/r$	1	1	rad	rad	rad
Ángulo sólido	$\Omega = s/r^2$	1	1	sr	sr	sr
Curvatura	$\rho = l/r$	L^{-1}	L^{-1}	m ⁻¹	cm ⁻¹	m ⁻¹
Curvatura de Gauss	$K = l/r^2$	L^{-2}	L^{-2}	m ⁻²	cm ⁻²	m ⁻²
Momento de resistencia de una figura plana	$S_x = \int y^2 dS$	L^3	L^3	m ³	cm ³	m ³
Momentos de inercia, axial y polar, del área de una figura plana	$J_x, J_y = \int r^2 dS$	L^4	L^4	m ⁴	cm ⁴	m ⁴
Velocidad	$V = l/t$	$L T^{-1}$	$L T^{-1}$	m/s	cm/s	m/s
Aceleración	$a = (v_2 - v_1)/t$	$L T^{-2}$	$L T^{-2}$	m/s ²	cm/s ²	m/s ²
Velocidad angular	$\omega = \varphi/t$	T^{-1}	T^{-1}	rad/s	rad/s	rad/s
Aceleración angular	$\dot{\omega} = (\omega_2 - \omega_1)/t$	T^{-2}	T^{-2}	rad/s ²	rad/s ²	rad/s ²
Periodo	$T = 2\pi/\omega$	T	T	s	s	s
Frecuencia	$\nu = 1/T$	T^{-1}	T^{-1}	Hz	Hz	Hz
Gradiente de velocidad	$grad v = dv/dl$	T^{-1}	T^{-1}	s ⁻¹	s ⁻¹	s ⁻¹
Gasto volumétrico	$Q_v = dV/dt$	$L^3 T^{-1}$	$L^3 T^{-1}$	m ³ /s	cm ³ /s	m ³ /s
Densidad del gasto volumétrico	$q = Q_v/S$	$L T^{-1}$	$L T^{-1}$	m/s	cm/s	m/s
Gasto de masa	$Q_m = dm/dt$	$M T^{-1}$	$L^{-1} FT$	kg/s	g/s	$u/s = kg.f.s/m$
Fuerza	$F = ma$	$L M T^{-2}$	F	N	dyn	kgf
Momento de fuerza	$M = Fh$	$L^2 M T^{-2}$	LF	N.m	dyn.cm	kgf.m
Impulsión de la fuerza	Fi	$L M T^{-1}$	FT	N.s	dyn.s	kgf.s
Cantidad de movimiento (impulsión)	Mv	$L M T^{-1}$	FT	kg.m/s	g.cm/s	$i.m/s = kg.f.s$
Trabajo y energía	$A = Ficos(F, l)$	$L^2 M T^{-2}$	LF	J	erg	kgf.m
Densidad volumétrica de la energía	$w = W/V$	$L^{-1} M T^{-2}$	$L^{-1} F$	J/m ³	erg/cm ³	kgf/m ³
Potencia	$P = A/t$	$L^2 M T^{-3}$	LFT^{-1}	W	erg/s	kgf.m/s
Impulsión del momento de la fuerza	Mt	$L^2 M T^{-1}$	LFT	N.m.s	dyn.cm.s	kgf.m/s
Momento de la cantidad de movimiento (impulsión)	$L = mvr = J_0$	$L^2 M T^{-1}$	LFT	kg.m ² /s	g.cm ² /s	$i.m^2/s = kg.f.m.s$
Presión	$p = F/S$	$L^{-1} M T^{-2}$	$L^{-2} F$	Pa	dyn/cm ²	kgf/m ²
Gradiente de Presión	$grad p = dp/dl$	$L^{-2} M T^{-2}$	$L^{-3} F$	Pa/m	dyn/cm ³	kgf/m ³
Momento de inercia (dinámico)	$J = \int r^2 dm$	$L^2 M$	LFT^2	kg.m ²	g.cm ²	$i.m^2 = kg.f.m.s^2$
Densidad	$\rho = m/V$	$L^{-3} M$	$L^{-4} FT^2$	kg/m ³	g/cm ³	$i.m^3 = kg.f.s^2/m^4$

Magnitud	Fórmula determinante	Fórmula dimensional		Unidad		
		SI y CGS	MKGFS	SI	CGS	MKGFS
Módulo de elasticidad longitudinal (módulo de Young)	$E = F / (\Delta l / l)$	$L^{-2} M T^{-2}$	$L^{-2} F$	$Pa = N/m^2$	dyn/cm^2	kgf/cm^2
Coefficiente de presión triaxial	$K = \frac{1}{v} \frac{dp}{dv}$	$LM^{-1} T^2$	$L^2 F^{-2}$	$Pa^{-1} = m^3/N$	cm^3/dyn	m^3/kgf
Viscosidad dinámica	$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dl}}$	$L^2 M T^{-1}$	$L^2 F T$	$Pa \cdot s$	P	$kgf \cdot s/m^2$
Viscosidad cinemática	$\nu = \mu / \rho$	$L^2 T^{-1}$	$L^2 T^{-1}$	m^2/s	cm^2/s	m^2/s
Coefficiente de tensión superficial	$\sigma = F / l$	$M T^{-2}$	$L^{-1} F$	$N/m = J/m^2$	$dyn/cm =$	kgf/m
Coefficiente de difusión	$D = \frac{\Delta x}{\Delta t \frac{\Delta \rho}{\Delta l}}$	$L^2 T^{-1}$	$L^2 T^{-1}$	m^2/s	erg/cm^2 cm^2/s	m^2/s

TABLA 9.17

LA HORA EN EL MUNDO CUANDO SON LAS 12.00 (HORAS) EN LIMA

Amsterdam, Holanda	18:00	Manchester, Inglaterra	18:00
Angora, Turquía	19:00	Manila, Filipinas	1:00
Argel, Argelia	18:00	Marsella, Francia	18:00
Asunción, Paraguay	14:00	Mazatlán, México	11:00
Atenas, Grecia	19:00	Melbourne, Australia	2:00
Auckland, Nueva Zelanda	5:00	México, México	11:00
Bagdad, Irak	19:00	Miami, Florida, E.U.	12:00
Bangkok, Tailandia	24:00	Milán, Italia	18:00
Barcelona, España	18:00	Montevideo, Uruguay	14:00
Belén, Brasil	14:00	Montreal, Canada	12:00
Belgrado, Yugoslavia	18:00	Moscú, Rusia	19:00
Berlín, Alemania	18:00	Munich, Alemania	18:00
Birmingham, Inglaterra	18:00	Nagasaki, Japón	2:00
Bogotá, Colombia	12:00	Nagoya, Japón	2:00
Bombay, India	22:30	Nanking, China	1:00
Boston, Mass., E.U.	12:00	Nápoles, Italia	18:00
Brasilia, Brasil	14:00	Nueva Delhi, India	22:00
Bremen, Alemania	18:00	Nueva Orleans, E.U.	11:00
Brisbane, Australia	3:00	Nueva York, E.U.	12:00
Bristol, Inglaterra	18:00	Odessa, Rusia	19:00
Bruselas, Bélgica	18:00	Osaka, Japón	2:00
Bucarest, Rumanía	19:00	Oslo, Noruega	18:00
Budapest, Hungría	18:00	Ottawa, Canadá	12:00
Buenos Aires, Argentina	14:00	Panamá, Panamá	12:00
Burdeos, Francia	18:00	Paramaribo, Surinam	13:00
Cairo, Egipto	19:00	París, Francia	18:00
Calcuta, India	23:30	Beijing (Pekin), China	1:00

Cantón, China	23:00	Port-au-Prince, Haití	12:00
Caracas, Venezuela	13:00	Praga, Checoslovaquia	18:00
Cayena, Guayana Francesa	13:00	Puerto España, Trinidad	13:00
Copenhague, Dinamarca	18:00	Quito, Ecuador	12:00
Córdoba, Argentina	14:00	Rangún, Birmania	23:00
Chicago, E.U.	11:00	Reikiavik, Islandia	16:00
Chihuahua, México	11:00	Rio de Janeiro, Brasil	14:00
Dakar, Senegal	17:00	Roma, Italia	18:00
Darwin, Australia	2:30	Salvador (Bahía), Brasil	14:00
Detroit, Michigan, E.U.	12:00	San Antonio, Texas, E.U.	11:00
Dublín, Irlanda	17:00	San Francisco, E.U.	9:00
El Cabo, Sudáfrica	19:00	San José, Costa Rica	11:00
Estambul, Turquía	19:00	San Juan, Puerto Rico	13:00
Estocolmo, Suecia	18:00	San Salvador, El Salvador	11:00
Frankfurt, Alemania	18:00	Santiago, Chile	13:00
Georgetown, Guyana	13:15	Sto. Domingo, Rep. Dominicana	13:00
Ginebra, Suiza	18:00	Sao Pulo, Brasil	14:00
Glasgow, Escocia	18:00	Seattle, Washington, E.U.	9:00
Guatemala, Guatemala	11:00	Shanghai, China	1:00
Guayaquil, Ecuador	12:00	Sofía, Bulgaria	19:00
Habana, Cuba	12:00	Sydney, Australia	3:00
Hamburgo, Alemania	18:00	Tegucigalpa, Honduras	11:00
Helsinki, Finlandia	19:00	Teherán, Irán	20:00
Honolulu, Hawái	7:00	Taipei, Taiwán	1:00
Iquique, Chile	13:00	Tokio, Japón	2:00
Johannesburg, Sudáfrica	19:00	Tripoli, Libia	19:00
Kingston, Jamaica	12:00	Valparaíso, Chile	13:00
Kinshasa, Congo	19:00	Varsovia, Polonia	18:00
La Paz, Bolivia	13:00	Venecia, Italia	18:00
Leningrado, Rusia	19:00	Veracruz, México	11:00
Lisboa, Portugal	17:00	Viena, Austria	18:00
Liverpool, Inglaterra	18:00	Vladivostok, Siberia	2:00
Londres, Inglaterra	18:00	Washington, E.U.	12:00
Los Angeles, California, E.U.	9:00	Wellington, Nueva Zelanda	5:00
Lyon, Francia	18:00	Yakarta, Indonesia	0:30
Madrid, España	18:00	Zurich, Suiza	18:00
Managua, Nicaragua	11:00		

CAPITULO 10

ENCOFRADOS



10.00 ENCOFRADOS

Tabla 10.1

Clasificación por grupo estructural de especies estudiadas por el Padt-Refort de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

Tabla 10.2

Densidad Básica

Tabla 10.3

Módulo de elasticidad

Tabla 10.4

Esfuerzos admisibles

Tabla 10.5

Formulas para el diseño de elementos estructurales de madera

Tabla 10.6

Relación de esbeltez (λ)

Tabla 10.7

Relación de esbeltez C_k límite entre columnas intermedias y largas

Tabla 10.8

Longitud Efectiva l_{ef}

Tabla 10.9

Resistencia mínima del concreto para desencoformar con seguridad

Tabla 10.10

Tiempos mínimos de desencoformado

Tabla 10.11

Número de clavos por kilogramo

Tabla 10.12

Carga admisible por clavo a simple cizallamiento

Tabla 10.13

Factores Modificatorios de las cargas admisibles para uniones clavadas sometidas a cizallamiento

Tabla 10.14

Carga admisible de extracción de clavos en kilogramos

Tabla 10.15

Espaciamientos Mínimos entre clavos a Cizallamiento

Tabla 10.16

Tolerancias admisibles en estructuras de concreto armado

Tabla 10.1
Clasificación por grupo estructural de especies estudiadas por el Padt-
Refort de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

Grupo *	Nombre Común	Nombre Científico
A	Estoraque	Myroxylon peruiferum
A	Palo sangre negro	Pterocarpus sp
A	Pumaquiro	Aspidosperma macrocarpon
B	Huayruro	Ormosia Coccinea
B	Manchinga	Brosimum uleanun
C	Catahua amarilla	Hura Crepitans
C	Copaiba	Copaifera officinalis
C	Diablo fuerte	Podocarpus sp
C	Tornillo	Cedrelinga catenaeformis

* El agrupamiento está basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica.

Tabla 10.2
Densidad Básica

Grupo	Densidad básica g/cm ³
A	≥ 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Tabla 10.3
Modulo de elasticidad

Grupo	Modulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	E _{mínimo}	E _{promedio}
A	9 316 (96 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Tabla 10.4 Esfuerzos admisibles					
Grupo	Esfuerzos admisibles MPa (kg/cm ²)				
	Flexión fm	Tracción Paralela ft	Compresión Paralela fc//	Compresión Perpendicular fc	Corte Paralelo fv
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (175)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

Tabla 10.5 Formulas para el diseño de elementos estructurales de madera	
Cargas admisibles en elementos sometidos a Tracción axial	
$N_{adm} = f_t A$	
N_{adm} = Carga admisible en tracción A = Área de la sección f_t = Esfuerzo admisible en tracción	
Elementos sometidos a Flexo-tracción	
$N / A f_t + M / Z f_m < 1$	
N = Carga axial aplicada A = Área de la sección $ M $ = Valor absoluto del momento flector máximo en el elemento Z = Módulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión f_m = Esfuerzo admisible en flexión	
Diseño de elementos en compresión	
$\lambda = l_{ef} / b, \text{ o } l_{ef} / d$	
λ = Esbeltez l_{ef} = Longitud efectiva b, d = Ancho o diámetro del elemento	

Para columnas cortas

f_c = Esfuerzo admisible en compresión

Para columnas intermedias

Para columnas largas

- Para columnas rectangulares $N_{adm} = 0.329 E A / (\lambda)^2$
- Para columnas circulares $N_{adm} = 0.2467 E A / (\lambda)^2$

Diseño de elementos sometidos a Flexo-compresión

$$N / N_{adm} + K_m |M| / Z f_m < 1$$

$$K_m = 1 / (1 - 1.5 N / N_{cr})$$

$$N_{cr} = \pi^2 EI / (l_{ef})^2$$

K_m = Factor de magnificación de momentos

N_{cr} = Carga crítica de Euler para pandeo en la dirección en que se aplican los momentos de flexión

Tabla 10.6 Relación de esbeltez (λ)			
	Columnas cortas	Columnas intermedias	Columnas largas
Rectangulares	$\lambda < 10$	$10 < \lambda < C_k$	$C_k < \lambda < 50$
Circulares	$\lambda < 9$	$9 < \lambda < C_k$	$C_k < \lambda < 43$

Tabla 10.7 Relación de esbeltez C_k límite entre columnas intermedias y largas				
Grupo	C_k			
	Rectangulares		Circulares	
	Columnas	Entramados	Columnas	Entramados
A	17.98	20.06	15.57	17.34
B	18.34	20.20	15.89	17.49
C	18.42	22.47	15.95	19.46

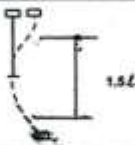
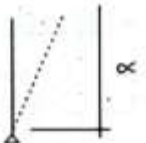
Tabla 10.8 Longitud Efectiva l_{ef}			
Condición de Apoyos	k	l_{ef}	
1. Articulado en ambos extremos	1	l	
2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.2	$1.2l$	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.5	$1.5l$	
4. Empotrado en un extremo y libre del otro.	2.0	$2.0l$	
5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse.	2.0	$2.0l$	
6. Articulado en un extremo, libre en el otro.	α	α	

Tabla 10.9 Resistencia mínima del concreto para desencofrar con seguridad	
Tipo de Estructura	kg/cm ²
Concreto no sometido a flexión, ni sometido a deterioro por el desencofrado; Ejemplo: Columnas	35
Concreto sometido a flexiones moderadas, sin sobrecargas; Ejemplo: Muros encofrados por ambas caras	50
Concreto sometido a flexiones moderadas, con sobrecargas; Ejemplo: Muro de contención	100
Concreto sometido a flexiones altas, concreto totalmente soportado por el encofrado, Ejemplo: Viga, Losa	140

Tabla 10.10 Tiempos mínimos de desencofrado		
Muros	12 horas	
Columnas	12 horas	
Costados de vigas	12 horas	
	Cuando la carga viva es :	
	> que la carga muerta	< que la carga muerta
Vigas		
Longitud menor que 3 metros	4 días	7 días
Longitud de 3 a 6 metros	7 días	14 días
Longitud mayor que 6 metros	14 días	21 días
Losas armadas en un sentido		
Longitud menor que 3 metros	3 días	4 días
Longitud de 3 a 6 metros	4 días	7 días
Longitud mayor que 6 metros	7 días	10 días

Tabla 10.11 Número de clavos por kilogramo								
Largo Pulg.	Diámetro mm	Número Und.	Largo Pulg.	Diámetro mm	Número Und.	Largo Pulg.	Diámetro mm	Número Und.
1	1.83	1929	2	2.87	398	3	3.76	156
1 1/4	2.03	1250	2 1/4	2.87	354	3 1/4	3.76	139
1 1/2	2.39	675	2 1/2	3.33	233	3 1/2	4.11	108
1 3/4	2.39	596	2 3/4	3.33	211			
4	4.88	68	5	5.72	40	6	6.88	24
4 1/2	5.26	53	5 1/2	6.20	31			

Tabla 10.12 Carga admisible por clavo a simple cizallamiento								
Longitud		d	Carga admisible en Newtons (N) y en kilogramos					
mm	pulg.	mm	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
			N	Kg	N	Kg	N	kg
51	2	2.4	411	45	343	35	245	25
		2.6	490	50	382	39	275	28
		2.9	569	58	441	45	304	31
		3.3	647	66	520	53	373	38
63	2 2 1/2	2.6	490	50	382	39	275	28
		2.9	569	58	441	45	304	31
		3.3	647	66	520	53	373	38
		3.7	745	76	588	60	431	44
76	3	3.3	647	66	520	53	373	38
		3.7	745	76	588	60	431	44
		4.1	863	88	667	68	481	49
89	3 1/2	3.7	745	76	588	60	431	44
		4.1	863	88	667	68	481	49
		4.5	961	98	745	76	539	55
102	4	4.1	863	88	667	68	481	49
		4.5	961	98	745	76	539	55
		4.9	1069	109	834	85	598	61

La Carga admisible para un clavo sometido a doble cizallamiento, clavos lanceros y clavos a tope se debe determinar multiplicando los valores de la tabla anterior por los factores correspondientes a cada caso según la tabla 9.13

Tabla 10.13

Factores Modificatorios de las cargas admisibles para uniones clavadas sometidas a cizallamiento

Tipo de Unión	Factor
a. Cizallamiento simple, clavo perpendicular al grano	1.00
b. Cizallamiento simple, clavo a tope (paralelo al grano de la madera que contiene la punta).	0.67
c. Cizallamiento simple, clavos lanceros	0.83
d. Cizallamiento doble, clavo perpendicular al grano	1.80

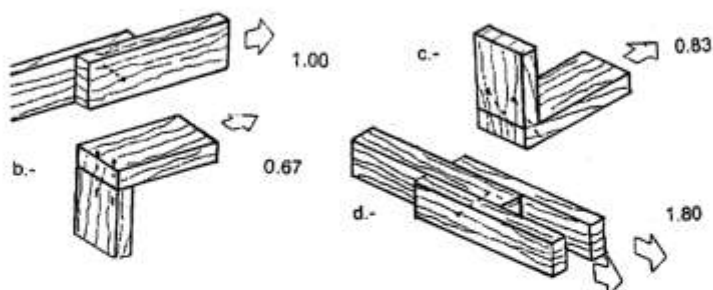


Tabla 10.14

Carga admisible de extracción de clavos en kilogramos

	Grupo			
	A	B	C	
a)	16 ad	12 ad	8 ad	
b)	32 ad/3	8 ad	16 ad/3	
c)	0	0	0	

a = Longitud de penetración del clavo en el elemento que contiene la punta
d = Diámetro del clavo (cm)

Tabla 10.15 Espaciamientos Mínimos entre clavos a Cizallamiento	
Elementos Cargados Paralelamente al grano	Elementos cargados Perpendicularmente al grano
1. A lo largo del grano - Espaciamiento entre clavos 16 d - Distancia al extremo 20 d 2. Perpendicular a la dirección del grano - Espaciamiento entre clavos 8 d - Distancia a los bordes 5 d	1 A lo largo del grano - Espaciamiento entre clavos 16 d 2. Perpendicular a la dirección del grano - Espaciamiento entre clavos 8 d - Distancia al borde cargado 10 d - Distancia al borde no cargado 5 d

Tabla 10.16 Tolerancias admisibles en estructuras de concreto armado	
Dimensiones de sección transversal de vigas, columnas, zapatas y espesor de losas, muros y zapatas:	
	$\pm i = 0.25 \sqrt{dB}$
Posición de los ejes de columnas y tabiques respecto a los ejes indicados en los planos de construcción:	
En un paño ó 6 m máx.	$\pm i = 1.3 \text{ cm}$
En 12 m ó más	$\pm i = 2.5 \text{ cm}$
Entre 6 m y 12m se interpolarán los valores de i	
Nivel de losas entre dos pisos consecutivos:	
	$\pm i = 0.25 \sqrt{dB}$
Luces de vigas:	
	$\pm i = 0.25 \sqrt{dB}$
i = Tolerancia en cm	
dB = Dimensión considerada para establecer su tolerancia en cm.	